ISSN 2619-0605

Вестник

Керченского государственного морского технологического университета

ВЫПУСК 2

2021

16+

Рецензируемый научный журнал «Вестник Керченского государственного морского технологического университета» зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций. Свидетельство о регистрации Эл № ФС77-78328 от 15.05.2020 г.
Журнал «Вестник КГМТУ» включен в Перечень рецензируемых научных изданий, в которых должны быть опубликованы основные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук (с 25.12.2020 года), по научным специальностям (отраслям науки): 08.00.05 – Экономика и управление народным хозяйством (по отраслям и сферам деятельности (экономические науки), 03.02.06 – Ихтиология (биологические науки), 05.18.12 – Процессы и аппараты пищевых производств (технические науки).

Редакционный Совет журнала

Главный редактор: Логунова Наталья Анатольевна – д-р экон. наук, доцент, проректор по научной работе
Заместитель главного редактора:
Ушаков Владислав Валериевич – канд. экон. наук, доцент, доцент кафедры экономики

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки	**Технические науки**		**Экономические науки**
Губанов Е.П.	Доровской В.А.	Антипов С.Т.	Бутова Т.Г.
Москул Г.А.	Емельянов В.А.	Заплетников И.Н.	Гришкина С.Н.
Пашков А.Н.	Ныркov А.П.	Косачев В.С.	Исраилов М.В.
Чебанов М.С.	Олейников А.М.	Соколов С.А.	Котенев А.Д.
Тылик К.В.	Жуков В.А.	Панфилов В.А.	Пискун Е.И.
Тюрин В.В.	Каторин Ю.Ф.	Фалько А.Л.	Подсолонко В.А.
Шибаев С.В.	Авдеев Б.А.	Гукасян А.В.	Подсолонко Е.А.
Булли Л.И.	Горбенко А.Н.	Степанов Д.В.	Сметанко А.В.
Кулиш А.В.	Конюков В.Л.	Яковлев О.В.	Яркина Н.Н.
Шляхов В.А.	Титов И.Л.	Яшонков А.А.	Серёгин С.С.
			Скоробогатова В.В.

Серегин С.С. – ответственный секретарь
Келлерман М.П. – технический редактор, компьютерная верстка

Статьи в журнале издаются на русском и английском языках.
Позиция автора публикаций может не совпадать с точкой зрения редакционного совета и редакционной коллегии журнала.

Издается по решению НТС ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», протокол № 5 от 25.06.2021 г.

Адрес: 298309, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
E-mail: vestnik@ejkgmtu.ru
Web: http://www.ejkgmtu.ru/

Редакционная коллегия журнала

Биологические науки

Научная специальность 03.02.06 «Ихтиология»:

1. Губанов Евгений Павлович – д-р биол. наук, профессор, старший научный сотрудник, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры водных биоресурсов и марикультуры;
2. Москул Георгий Алексеевич – д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», профессор кафедры водных биоресурсов и аквакультуры;
3. Тюрин Владислав Викторович – д-р биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет», заведующий кафедрой генетики, микробиологии и биотехнологии;
4. Чебанов Михаил Степанович – д-р биол. наук, профессор, директор ГКУ КК «Кубаньбиоресурсы»;
5. Шибаев Сергей Вадимович – д-р биол. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», заведующий кафедрой ихтиологии и экологии;
6. Булли Любовь Ивановна – канд. биол. наук, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры;
7. Кулиш Андрей Викторович – канд. биол. наук, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры;
8. Пашков Андрей Николаевич – канд. биол. наук, Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»), заместитель руководителя Краснодарского отделения;
9. Тылик Константин Владимирович – канд. биол. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Калининградский государственный технический университет», декан факультета биоресурсов и природопользования;
10. Шляхов Владислав Алексеевич – канд. биол. наук, старший научный сотрудник ФГБНУ «ВНИРО», Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «АзНИИРХ».

Технические науки

Научная специальность 05.08.05 «Судовые энергетические установки (главные и вспомогательные)»:

1. Доровской Владимир Алексеевич – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства;
2. Емельянов Виталий Александрович – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Финансовый университет при Правительстве Российской Федерации», профессор кафедры бизнес-информатики;
3. Жуков Владимир Анатольевич – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», заведующий кафедрой теории и конструкции судовых двигателей внутреннего сгорания;
4. Каторин Юрий Федорович – д-р воен. наук, профессор ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», профессор кафедры комплексного обеспечения информационной безопасности;

5. Ныркov Анатолий Павлович – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Государственный университет морского и речного флота имени адмирала С.О. Макарова», профессор кафедры комплексного обеспечения информационной безопасности;
6. Олейников Александр Михайлович – д-р техн. наук, профессор, ФГУП «13 Судоремонтный завод Черноморского флота» Министерства обороны РФ, руководитель группы по развитию и новым технологиям;
7. Авдеев Борис Александрович – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры электрооборудования судов и автоматизации производства;
8. Горбенко Александр Николаевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры судовых энергетических установок;
9. Конюков Вячеслав Леонтьевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», доцент кафедры судовых энергетических установок;
10. Титов Иван Леонидович – канд. техн. наук, ОАО «Проект», флагманский электромеханик.

Научная специальность 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств»:

1. Антипов Сергей Тихонович – д-р техн. наук, профессор, Почетный работник высшего профессионального образования РФ, Заслуженный изобретатель РФ, советник при ректорате по науке, заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств, ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет инженерных технологий»;
2. Заплетников Игорь Николаевич – д-р техн. наук, профессор, академик Международной академии холода, ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», заведующий кафедрой оборудования пищевых производств;
3. Косачев Вячеслав Степанович – д-р техн. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт машиностроения и автосервиса, профессор кафедры технологического оборудования и систем жизнеобеспечения;
4. Соколов Сергей Анатольевич – д-р техн. наук, доцент, академик Международной академии наук Экологии и Безопасности жизнедеятельности (МАНЭБ), ГО ВПО «Донецкий национальный университет экономики и торговли имени Михаила Туган-Барановского», заведующий кафедрой общеинженерных дисциплин;
5. Панфилов Виктор Александрович – д-р техн. наук, профессор, академик РАН, Заслуженный деятель науки РФ, ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет − МСХА им. К.А. Тимирязева», профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств;
6. Фалько Александр Леонидович – д-р техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств;
7. Гукасян Александр Валерьевич – канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Кубанский государственный технологический университет», Институт машиностроения и автосервиса, заведующий кафедрой технологического оборудования и систем жизнеобеспечения;

8. Степанов Дмитрий Виталиевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», проректор по организационной работе и развитию структурных подразделений, доцент кафедры машины и аппараты пищевых производств;
9. Яковлев Олег Владимирович – канд. техн. наук, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», декан технологического факультета, доцент кафедры машин и аппаратов пищевых производств;
10. Яшонков Александр Анатольевич – канд. техн. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», заведующий кафедрой машин и аппаратов пищевых производств.

Экономические науки

Научная специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»:

1. Бутова Т.Г., д-р экон наук, профессор, Почетный работник высшего образования РФ, профессор кафедры менеджмента ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»;
2. Гришкина Светлана Николаевна – д-р экон. наук, профессор, ФГБОУ ВО «Финансовый Университет при Правительстве Российской Федерации», Департамент учета, анализа и аудита;
3. Исраилов Магамед Вахаевич – д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Чеченский государственный университет», профессор кафедры менеджмента и государственного и муниципального управления;
4. Котенев Александр Дмитриевич – д-р экон. наук, доцент, Краснодарский университет Министерства внутренних дел Российской Федерации (Ставропольский филиал), профессор кафедры социально-экономических и гуманитарных дисциплин;
5. Пискун Елена Ивановна – д-р экон. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Севастопольский государственный университет», профессор кафедры «Финансы и кредит»;
6. Подсолонко Владимир Андреевич – д-р экон. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», профессор кафедры государственного и муниципального управления Института экономики и управления (структурное подразделение);
7. Подсолонко Елена Адольфовна – д-р экон. наук, профессор, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», профессор кафедры менеджмента Института экономики и управления (структурное подразделение);
8. Сметанко Александр Васильевич – д-р экон. наук, доцент, ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет им. В.И. Вернадского», заведующий кафедрой кафедры учета, анализа и аудита Института экономики и управления (структурное подразделение);
9. Яркина Наталья Николаевна – д-р экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», профессор кафедры экономики;
10. Серёгин Станислав Сергеевич – канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», начальник отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности, доцент кафедры экономики;
11. Скоробогатова Виктория Викторовна – канд. экон. наук, доцент, ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет», заведующий кафедрой экономики.

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ. Научная специальность 03.02.06 «Ихтиология»

Битютская О.Е., Булли Л.И., Мазалова Н.Ф., Семёнова А.А. ПОЛУЧЕНИЕ ПРОРОСТКОВ ЗЕЛЕНОЙ ВОДОРОСЛИ *ULVA RIGIDA* C. AG. 8

Булли Л.И., Мазалова Н.Ф. ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРЕЛОЙ ИКРЫ КЕФАЛЕЙ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ И ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ 20

Кашутин А.Н., Климова А.В. ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВ В МЕСТАХ ПРОИЗРАСТАНИЯ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS*S SUBSP. *EVANESCENS* В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА) 32

Мальцев В.И., Василец В.Е., Шаганов В.В., Петрова Т.Н. РЕВИЗИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБ ПРИБРЕЖНОГО ИХТИОКОМПЛЕКСА АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА 50

Милованов А.И., Ефанов А.Д. БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИИ БЫЧКА-КРУГЛЯКА (*NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* PALLAS, 1814) В ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВАХ ИЗ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА С 2014 ПО 2019 ГГ. 66

Оруженко С.С. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДОБЫЧИ (ВЫЛОВА) ЛАМИНАРИИ НА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ И СЕВЕРНОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНАХ 76

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Научная специальность 05.08.05 «Судовые энергетические установки (главные и вспомогательные)»

Горбенко А.Н., Кукушкин М.Ю. РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ 90

Конюков В.Л. АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ ГАЗОВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ НА ДАВЛЕНИЕ НАДДУВА 103

Сычев Д.В., Ениватов В.В., Овчаренко И.К. ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООТДАЧИ В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ СУДНА 115

Научная специальность 05.18.12 «Процессы и аппараты пищевых производств»

Антипов С.Т., Панфилов В.А. ТЕХНОЛОГИИ АПК БУДУЩЕГО И ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ 127

Битютская О.Е., Логунова Н.А., Архипов Е.А. СПОСОБЫ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ШТОРМОВЫХ ВЫБРОСОВ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ И ТРАВ 139

Клименко Н.П., Олейникова Р.Е. ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ 152

Уколов А. И., Родионов В. П. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРАСНОГО ВИНА 164

Фалько А.Л., Пакулина Д.П., Клиндухов Е.А. ПРИМЕНЕНИЕ КОНУСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СИТ ДЛЯ РАЗМЕРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ 178

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ. Научная специальность 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством»

Брагина Д.С., Плотников А.В. ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА САМОЗАНЯТОСТЬ (ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ) 195

Брусникин К.Н., Пискун Е.И. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ 215

Гагерова А.В., Гармашова Е.П. АНАЛИЗ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ 234

Меркушева М.В. СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ КАДРОВОЙ СТРАТЕГИИ 253

Меркушева М.В., Оноприч Я.Э. АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОЛОДЕЖНОЙ ЗАНЯТОСТИ В РОССИИ 275

Рысина В.А. НАЛОГОВЫЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЕМ 291

Серёгин С. С., Уколов А. И., Родионов В. П. ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА 307

Сушко Н.А. РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ 322

УДК 639.29 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_8**

Битютская О.Е., Булли Л.И., Мазалова Н.Ф., Семёнова А.А.

ПОЛУЧЕНИЕ ПРОРОСТКОВ ЗЕЛЕНОЙ ВОДОРОСЛИ *ULVA RIGIDA* C. AG.

Аннотация. Биологические особенности развития, высокая удельная продукция, богатая углеводная компонента, присутствие эссенциальных макро- и микроэлементов делают *Ulva rigid*a C. Ag. (1823) привлекательным объектом марикультуры и позволяют в перспективе рассматривать данный вид в качестве доступного сырьевого источника. Продуктивность ульвы зависит от многих факторов, в том числе, от соотношения в культуре гаметофитных и спорофитных особей. Регулируя условия среды вполне возможно корректировать интенсивность роста биомассы и плодоношения, получая значительный прирост талломов водоросли и проростки. Установлено, что температура 18-26 ºС и снижение фертильности талломов водоросли благоприятно влияет на вегетативный рост биомассы. Повышение солености выше 26 ‰ и изменение освещенности в режиме репродуктивных фаз, интенсифицирует плодоношение ульвы, снижая рост биомассы водоросли. Проростки ульвы достаточно быстро развиваются и хорошо растут в лабораторных условиях, выдерживая значительные колебания параметров среды (солености и освещенности), достигая товарного размера (массы) за 6-8 месяцев выращивания.
Ключевые слова: ульва, марикультура, продуктивность, биомасса, проростки, режимы культивирования.

Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Mazalova N.F., Semyonova A.A.

PRODUCTION OF GREEN ALGAE SPROUTS ULVA RIGIDA C. AG.

Abstract. Biological features of development, high specific production, rich carbohydrate component, the presence of essential macro-and microelements make Ulva rigida C. Ag. (1823) an attractive object of mariculture and allow us to consider this species as an affordable source of raw materials in the future. The productivity of the ulva depends on many factors, including the ratio of gametophytic and sporophytic individuals in the culture. By adjusting the environmental conditions, it is quite possible to adjust the intensity of biomass growth and fruiting, obtaining a significant increase in algae thalloms and seedlings. It was found that the temperature of 18-26 °C and a decrease in the fertility of algae thallomas favorably affect the vegetative growth of biomass. An increase in salinity above 26 % and a change in illumination in the mode of reproductive phases, intensifies the fruiting of the ulva, reducing the growth of algae biomass. Ulva seedlings develop quite quickly and grow well in laboratory conditions, withstanding significant fluctuations in environmental parameters (salinity and light), reaching a marketable size (mass) in 6-8 months of cultivation.
Keywords: ulva, mariculture, productivity, biomass, seedlings, cultivation modes.

Введение. Всего в мире культивируют водоросли примерно из 30 родов. В промышленных масштабах выращивают водоросли из 17 родов. К ним относятся и представители зеленых водорослей р. Ulva L. (Ulvophyceae). Подавляющее большинство ульвовых – солоноватоводные или эвригалинные формы. Все представители порядка распространены на мелководье и только в

редких случаях достигают глубины 20-30 м. Длина таллома варьирует, составляя в среднем 0,3-1,5 м. Тип дифференциации таллома (слоевища) ульвовых паренхиматозный, слабо дифференцированный. Заметно отличаются от остальной лишь крупной клетки в основании растения, снабженные ризоидными отростками [1-3].

Жизненный цикл гаплодиплобионтный со спорическим мейозом. Гаплоидными стадиями являются гаметофит, гаметы, мейотические споры (апланоспоры). Диплоидными стадиями являются спорофит, зигота. Всегда имеет место чередование генераций – диплоидного спорофита и гаплоидного гаметофита. Для ульвы характерно изоморфное чередование поколений – чередование поколений, морфологически неразличимых.

Макроводоросль ульва *Ulva rigida* C. Ag. (1823) размножается двумя вегетативными способами. Вегетативное размножение прикрепленной формы осуществляется путем прорастания клеток базального диска с образованием дополнительных побегов, неприкрепленной формы – путем фрагментации.

Биологические особенности развития и высокая удельная продукция, богатая углеводная компонента, присутствие эссенциальных макро- и микроэлементов, средняя калорийность делают *U. rigid*а привлекательным объектом марикультуры в Азово-Черноморском бассейне, что позволяет в перспективе рассматривать данный вид в качестве доступного сырьевого источника [4, 5].

Целью исследования является разработка технологии культивирования зеленых водорослей р**.** *Ulva* с получением проростков.

Материалы и методы исследования. Объектом исследований служили образцы зеленой водоросли *Ulva rigida* C. Ag. (1823), собранные в декабре 2019 г., в марте, июле, октябре 2020 г. в акватории Керченского пролива (45°35′ с.ш. (N) 36°52′ в.д. (E)).

Выращивание ульвы проводили в лабораторных условиях в стеклянных аквариумах с постоянной аэрацией и циркуляцией воды с помощью

компрессоров. Периодически, по мере испарения, доливали свежую морскую воду соленостью 16-18 ‰. После заготовки, до начала эксперимента водоросли предварительного выдерживались (в течение одной-двух недель) для адаптации в новых условиях. Освещенность определяли Luxmetr U-116. Рост проростков оценивали по изменению длины и ширины самого длинного «луча». Данные обрабатывали с использованием стандартных методов вариационной статистики, а также компьютерной обработки (электронные таблицы Excel).

Результаты исследования и обсуждение. Процессы споро- и гаметогенеза у зеленых водорослей зависят от условий среды и в значительной мере от освещенности, солености и температуры. Графики, отражающие динамику данных показателей в течение эксперимента, представлены на рисунках 1 и 2. Среднегодовая температура за весь период выращивания составила (22,4 ± 0,17) °С, соленость – (26,2 ± 0,15) ‰. Освещенность в самые светлые часы суток (в разные сезоны года) варьировала в пределах от 200 до 20000 лк.

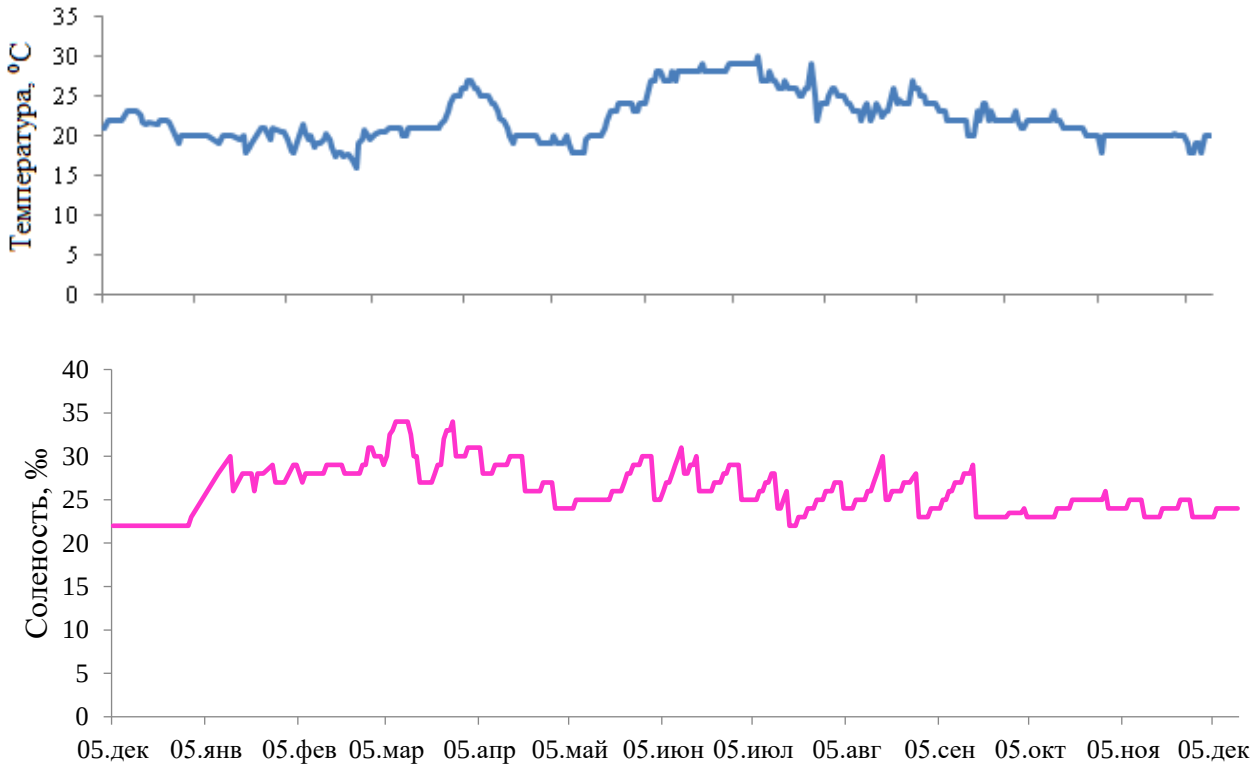


Рисунок 1 – Динамика температуры и солености при проведении работ по выращиванию ульвы в 2019-2020 гг.

Эксперимент по получению проростков ульвы предусматривал отработку режимов культивирования (рис. 2): в первом варианте (1) слоевища ульвы содержались в условиях повышающейся солености с 22 до 29 ‰, во втором (2) – соленость поддерживалась в пределах 18-22 ‰.

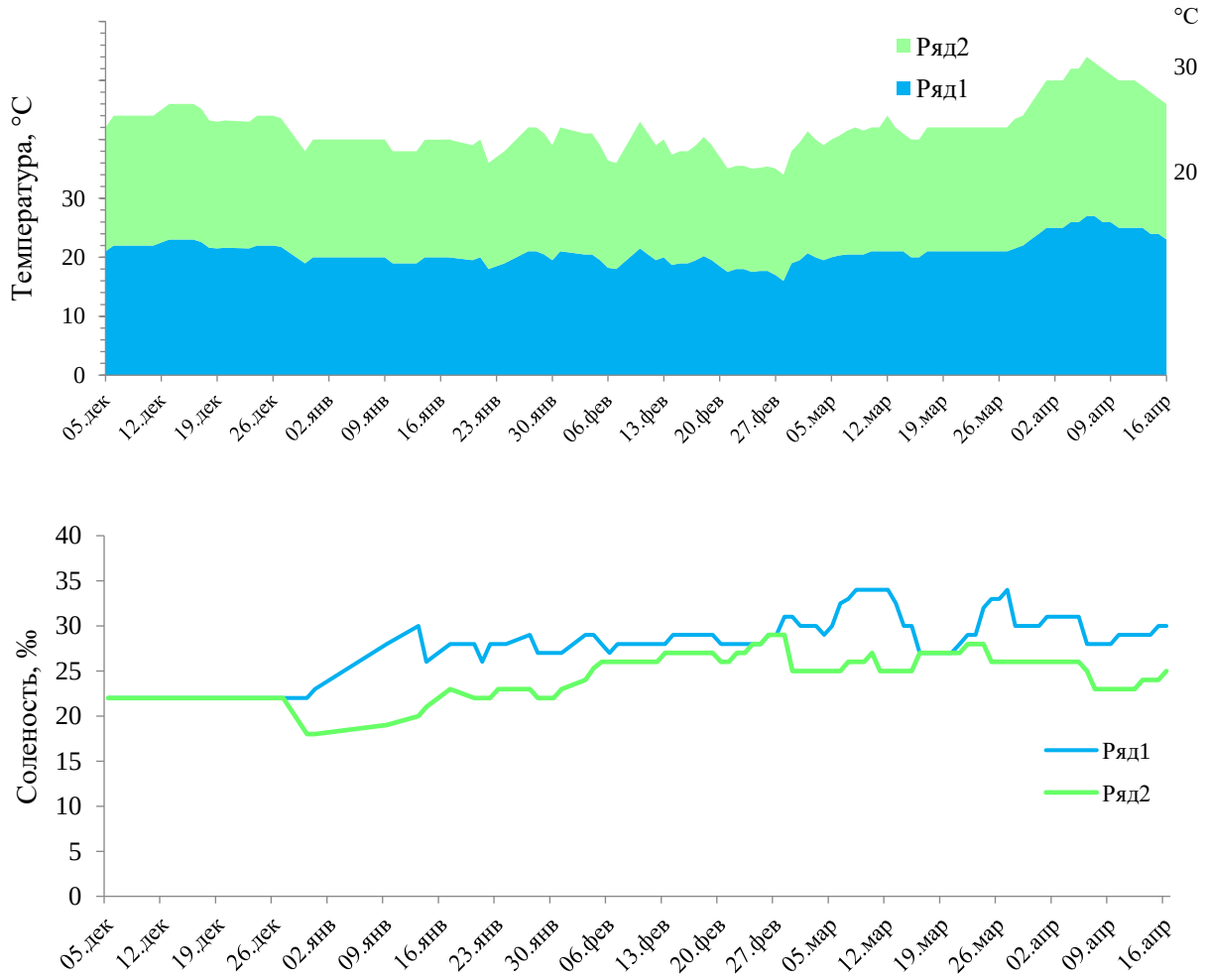


Рисунок 2 – Динамика освещенности, солености и температуры в течение эксперимента по получению проростков ульвы (1, 2 варианты)

Температура воды в январе во всех аквариумах была одинаковой и в зависимости от погодных условий изменялась от 18 до 22,6 ºС, средняя – (20,9 ± 0,2) ºС. Освещенность несколько различалась – в первом варианте варьировала в пределах 640-4500 люкс, во втором – 570-3800 люкс. Более интенсивное плодоношение было отмечено в первом варианте эксперимента,

что, вероятно, связано с повышением в отдельные дни освещенности до 3,5-4,7 тыс. люкс и солености до 26-29 ‰.

Полученные результаты соответствуют литературным данным [6-8]: лучший диапазон концентраций солености, стимулирующий увеличение, как сухой массы, так и общего азота, составляет от 20 до 35 %, соленость ниже 20 % замедляет как созревание, так и сброс спор и репродуктивных клеток, при высокой солености (40-45 %) производство зооидов, по-видимому, полностью прекращается.

В период активного выхода спор рост биомассы ульвы снижался (1), величина среднесуточных приростов составляла всего 0,03-0,04 %. Во втором варианте (2) выброс спор происходил с меньшей интенсивностью, чем в варианте (1), а рост биомассы, был более заметен в течение всего периода выращивания.

По-видимому, вегетативный рост талломов водоросли идет более активно после завершения интенсивного плодоношения и может контролироваться регулированием условий выращивания. Максимальный вегетативный рост водоросли – 4,0-4,5 % в сутки отмечается при увеличении освещенности в дневные часы до 15-20 тыс. люкс, повышении температуры до 26 °С и солености выше 30 ‰. K. Lüning и P. Kadel (2008) также отмечали вегетативную фазу роста *Ulva pseudocurvata* между репродуктивными циклами, которые зависели от лунных фаз [9].

При увеличении продолжительности светового дня и повышении освещенности массовое количество проростков было отмечено уже в конце января, длина наиболее развитого луча проростка достигала 420 мкм, ширина – 21 мкм, количество лучей отмечалось от 3 до 8.

При дальнейшем прорастании зародышей хорошо дифференцируется однорядная нить, состоящая из первичных прикрепляющихся клеток и ризоидальных расширений клеток в нижней области нити. Позже вертикальная нить становится пластинчатой из-за повторяющихся продольных клеточных

делений, перпендикулярных поверхности нити (рис. 3 а, б.). Разделение клеток вдоль продольной оси приводит к развитию трубчатого моностроматозного зачатка. Трубка со временем сжимается, а стенки прилипают, образуя дистроматическую пластину.

Однако в искусственных условиях формировались в основном нитчатые талломы ульвы («slender») (рис. 4). Нитчатая форма ульвы («slender») встречается и в природе. В Керченском проливе нитчатая ульва встречается на стеблях цистозиры *Cystoseira barbata*, в качестве эпифита, а также на бетонных гидротехнических сооружениях и камнях у самого уреза воды. Прикрепленные к цистозире талломы достигают 40 см, вверху они расширяются и образовывают двухслойную плоскую пластину с волнистыми краями (рис. 5). Некоторые авторы считают, что появление этой формы обусловлено изменением некоторых факторов среды, в частности, микробиологической составляющей [8, 10].

При выращивании проростков в аквариумах прикрепление их к субстрату не происходило. Возможно, это может быть связано с циркуляцией воды, которая в наших условиях обеспечивалась компрессорами. По мнению ряда исследователей, прикрепление проростков не происходит при сильном течении [4].

Известно, что морские водоросли-макрофиты продуцируют большое количество биологически активных веществ: моно- и полисахаридов, пигментов, липидов, микроэлементов [11, 12]. Считается, что макроводоросли могут создавать вокруг себя благоприятную среду, формируя и контролируя видовой состав организмов [13]. В настоящее время уже не возникает сомнений в том, что между водорослями и эпифитными бактериями существуют тесные взаимовыгодные отношения [12]. Это было, показано, в частности, для эпифитов *Ulva australis* [14].

Кроме питания и стимулирования роста водорослей, эпифитные бактериальные сообщества могут влиять на морфологию и жизненный цикл

водорослей – их хозяев. Бактериальные эффекты на морфогенез были отмечены и у зеленых водорослей р. Ulva [15-19].

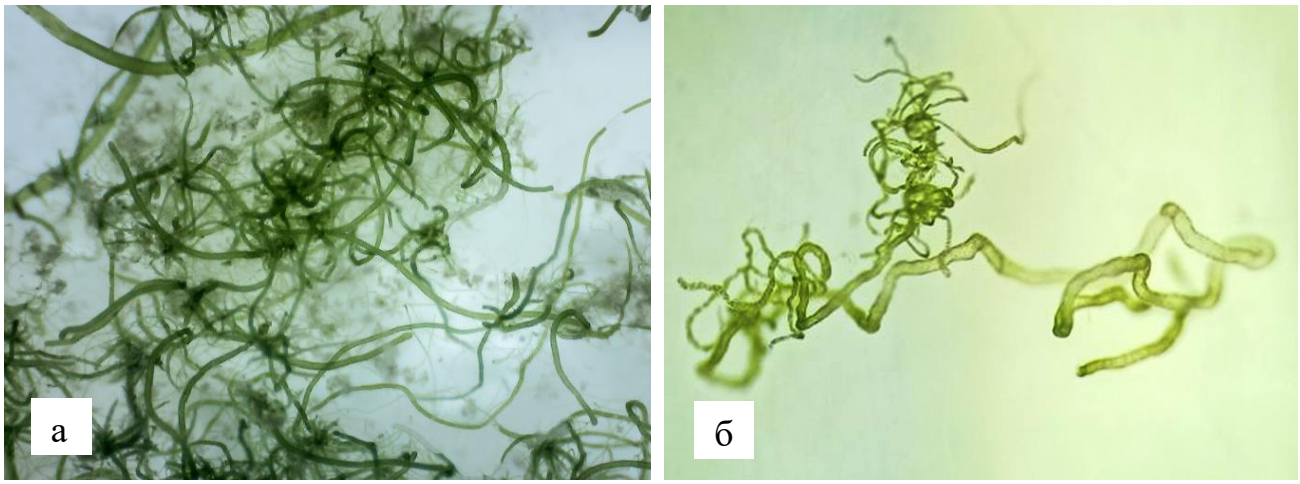


Рисунок 3 – Разрастание и переплетение нитей ульвы (а), образование новых нитей (б)

Рисунок 4 – Проростки *Ulva rigida* (4-ый месяц выращивания)

Рисунок 5 – Ульва, выросшая в зарослях цистозиры

Аксенические культуры ульвы, когда естественная сопровождающая микрофлора была удалена, почти всегда дегенерируют [8]. Типичное слоевище находили очень редко, и результаты работы M. Antica & E. Marčenko [10] подтверждают то же самое. Авторы [8, 10, 20, 21] объясняют это отсутствием морфогенетических регуляторов, которые предположительно продуцируются микроорганизмами. Дифференцировка проростков иногда имела место при

выращивании на полутвердых средах. Прикрепление проростков к фрагменту материнского растения также способствует дифференцировке проростков. Возможно, сама водоросль производит некоторые ауксиноподобные вещества, необходимые для нормального роста и дифференциации [10].

По данным некоторых исследователей, репродукция некоторых видов водорослей рода *Ulva* в природе наблюдается с периодичностью от 6 до 14 сут. [10, 22]. Формирование спор и репродуктивных клеток в талломах *U. rigida* из Средиземноморья происходит с периодичностью 10 суток [10]. Согласно данным А. А. Калугиной-Гутник [23], в Черном море созревание зооспор и гамет ульвы и их выход связаны с фазами луны и происходят каждые 12 дней в полнолуние и новолуние, при этом происходит разрушение и отмирание фертильной части пластины слоевища (при определенных условиях срок может сокращаться до 6-8 дней). Они прорастают без периода покоя, почти каждая клетка способна к делению. Базальный диск слоевища многолетний, а возраст большей части пластины 1,0-1,5 мес. [9].

В наших условиях также наблюдалась периодичность продуцирования спор ульвы, о чем свидетельствует наличие пиков на кривых распределения длины проростков и увеличение гетерогенности показателей их размеров (рис. 6).

Пики на рисунке, по-видимому, соответствуют частоте и интенсивности выброса спор, отсутствие пиков может означать пропуск плодоношения из-за изменения условий среды. При неблагоприятных условиях для репродуктивных процессов (в основном из-за снижения освещенности при температуре ниже 18 и выше 26°С), от одного до трех циклов репродукции ульвы пропускаются.

Выводы. Процессы споро- и гаметогенеза у зеленых водорослей зависят от многих факторов, в значительной мере от освещенности, продолжительности светового дня, солености и температуры. Повышение солености выше 26 ‰ и освещенности, превышающей 3-4 тыс. люкс, интенсифицирует плодоношение ульвы, значительно снижая рост биомассы водоросли-спорофита. В период

активного выхода спор рост биомассы ульвы снижается, величина среднесуточных приростов составляет всего 0,03-0,04 %.

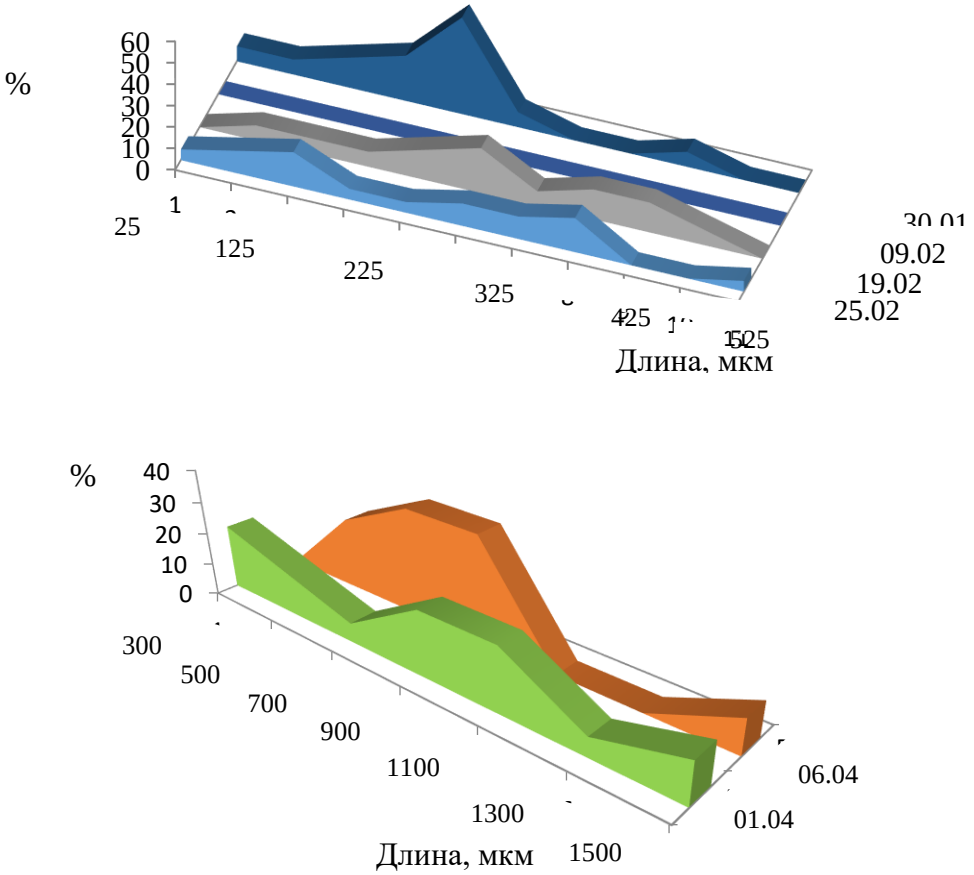


Рисунок 6 – Распределение длины проростков ульвы в период активного продуцирования спор (30.01 – 25.02.20) и его завершения (1.04 – 6.04.20)

Максимальный вегетативный рост водоросли – 4,0-4,5 % в сутки отмечается в периоды отсутствия интенсивного плодоношения. Для водорослей рода Ulva характерно «переключение» с еженедельного воспроизводства на двухнедельное и более длительный период при ухудшении условий, таких как более низкая освещенность и более низкая или слишком высокая температура. Проростки ульвы достаточно быстро развиваются и хорошо растут в лабораторных условиях, выдерживая значительные колебания параметров среды (солености и освещенности), достигая товарного размера (массы) за

6–8 месяцев выращивания. Регулируя условия среды, вполне возможно корректировать интенсивность роста биомассы и плодоношения, получая не только значительный прирост талломов водоросли, но и молодые пластинчатые или нитчатые формы ульвы из проростков.

Список использованной литературы:

1. *Белякова Г.А., Дьяков Ю.Т., Тарасов К.Л.* Ботаника. Водоросли и грибы. Т. 2 М.: Издательский центр «Академия», 2006. 320 с.
2. *Milchakova N.A.* Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide. Sevastopol: DigitPrint, 2011. 144 p.
3. *AlgaeBase: Listing the World's Algae.* URL: https://www.algaebase.org (дата обращения: 05.05.2021).
4. *Титлянов Э. А., Титлянова Т.В.* Морские растения стран Азиатско-Тихоокеанского региона, их использование и культивирование. Владивосток: Дальнаука, 2012. 337 с.
5. *Битютская О.Е., Булли Л.И., Донченко Л.В.* Исследование биологии и пищевой ценности *Ulva rigida* C. Ag. как перспективного объекта марикультуры // Рыбное хозяйство. 2020. № 4. С. 94-100.
6. *Mohsen A.F., Khaleafa A.F., Hashem M.A., Metwalli A.* Effect of some auxins on growth, reproduction, amino acid, fat and sugar contents in Ulva fasciata Delile // Botanica Mar. 1974. Vol. 17. P. 127-139.
7. *Matsui E., Matsui T.* Photosynthesis in several marine plants of Japan as affected by salinity, drying and pH with attention to their growth habitats // Botanica Mar. 1965. Vol. 8. P. 2-4.
8. *Provasoli L., Pinter I. J.* Simbiotic relationships between microorganisms and seaweeds // Amer. J. Bot. 1964. Vol. 51. P. 681.
9. *Lüning K., Kadel P.* Control of reproduction rhythmicity by environmental and endogenous signals in *Ulva pseudocurvata* (Chlorophyta) // Journal of Phycology. 2008. Vol. 44. P. 866-873.
10. *Antica M., Marcenko E.* Growth and differentiation of *Ulva rigida* C. Agardh in vitro // Acta Bot. Croat. 1984. Vol. 43. P. 43-48.
11. *Воскобойников Г.М.* Механизмы адаптации, регуляции роста и перспективы использования макрофитов Баренцева моря: автореферат дис. … докт. биол. наук: 25.00.28 / Григорий Михайлович Воскобойников. Мурманск: ММБИ, 2006. 46 с.
12. *Пуговкин Д.В.* Эпифитные бактериоцензы *Fucus vesiculosus* L. Баренцева моря и их роль в дегенерации нефтяных загрязнений: дис. …канд. биол. наук: 25.00.28 / Дмитрий Витальевич Пуговкин. Мурманск: ММБИ, 2016. 146 с.
13. *Хайлов К.М.* Экологический метаболизм в море. К.: Наукова думка, 1971. 252 с.
14. *Tujula N.A.* Analysis of the epiphytic bacterial community associated with the green alga *Ulva australis*. University of New South Wales, 2006. 178 p.
15. *Fries L.* Some observations on the morphology of *Enteromorpha linza* (L.) J. Ag. and *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. in axenic culture // Bot. Mar. 1975. Vol. 18. P. 251-253.
16. *Provasoli L., Pintner I.J.* Bacteria induced polymorphism in an axenic laboratory 591 strain of *Ulva lactuca* (Chlorophyceae) // J. Phycol. 1980. Vol. 16. P. 196-200.
17. *Nakanishi K., Nishijima M., Nishimura M., Kuwano K., Saga N.* Bacteria that induce morphogenesis in *Ulva pertusa* (Chlorophyta) grown under axenic conditions // Journal of Phycology. 1996. Vol. 32. P. 479-482.
18. *Marshall K., Joint I., Callow M.E., Callow J.A.* Effect of marine bacterial isolates on the growth and morphology of axenic plantlets of the green alga *Ulva linza* // Microbial. Ecology. 2006. Vol. 52. P. 302-310.
19. *Singh R.P., Reddy C.R.K.* Seaweed-microbial interactions: key functions of seaweed-associated

bacteria // FEMS Microbiol. Ecol. 2014. Vol. 88. P. 213-230.
20. *Waite T.D., Mitchell R.* Some benevolent and antagonistic relationships between *Ulva lactuca* and its microflora // Aquatic Botany. 1976. Vol. 2. P. 13-22.
21. *Harrison P.G.* Growth of *Ulva fenestrata (Chlorophyta)* in microcosmos rich in *Zostera marina (Antophyta)* detritus // Phycol. 1978. Vol. 14. P. 100-103.
22. *Okuda T., Yamasaki M.* Successive-day fruiting of *Ulva pertusa* // J. Fac. Agr., Kyushu Univ. 1977. Vol. 22. P. 45-47.
23. *Калугина-Гутник А. А.* Фитобентос Черного моря. К.: Наукова думка, 1975. 247 с.

References:

1. Belyakova G.A., Dyakov Yu.T., Tarasov K.L. *Botanika. Vodorosli i gribyi* [Botany. Algae and fungi]. Vol. 2. Moscow, Izdatelskiy tsentr «Akademiya» Publ., 2006, 320 p. (In Russian).
2. Milchakova N.A. *Marine Plants of the Black Sea. An Illustrated Field Guide*. Sevastopol, DigitPrint Publ., 2011, 144 p. (In English).
3. *AlgaeBase: Listing the World's Algae. (In English).* Available at: https://www.algaebase.org (accessed 05.05.2021).
4. Titlyanov E. A., Titlyanova T.V. *Morskie rasteniya stran Aziatsko-Tihookeanskogo regiona, ih ispolzovanie i kultivirovanie* [Marine plants of the Asia-Pacific region, their use and cultivation]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2012, 337 p. (In Russian).
5. Bityutskaya O.E., Bulli L.I., Donchenko L.V. Issledovanie biologii i pischevoy tsennosti *Ulva rigida* C. Ag. kak perspektivnogo ob'ekta marikulturyi [Study of the biology and nutritional value of *Ulva rigida* C. Ag. as a promising object of mariculture]. *Ryibnoe hozyaystvo* [Fisheries], 2020, no. 4, pp. 94-100. (In Russian).
6. Mohsen A.F., Khaleafa A.F., Hashem M.A., Metwalli A. Effect of some auxins on growth, reproduction, amino acid, fat and sugar contents in Ulva fasciata Delile. *Botanica Mar.*, 1974, vol. 17, pp. 127-139. (In English).
7. Matsui E., Matsui T. Photosynthesis in several marine plants of Japan as affected by salinity, drying and pH with attention to their growth habitats. *Botanica Mar.*, 1965, vol. 8, pp. 2-4. (In English).
8. Provasoli L., Pinter I. J. Simbiotic relationships between microorganisms and seaweeds. *Amer. J. Bot.*, 1964, vol. 51, pp. 681. (In English).
9. Lüning K., Kadel P. Control of reproduction rhythmicity by environmental and endogenous signals in *Ulva pseudocurvata* (Chlorophyta). *Journal of Phycology*, 2008, vol .44, pp. 866-873. (In English).
10. Antica M., Marcenko E. Growth and differentiation of *Ulva rigida* C. Agardh in vitro. *Acta Bot. Croat.*, 1984, vol. 43, pp. 43-48. (In English).
11. Voskoboinikov G.M. *Mekhanizmy adaptacii, regulyacii rosta i perspektivy ispol'zovaniya makrofitov Barenceva moray. Avtoref. diss. ... doct. biol. nauk* [Mechanisms of adaptation, growth regulation and prospects for the use of macrophytes in the Barents Sea. Dr. biol. sci. diss. abstr. Murmansk, 2006, 46 p. (In Russian).
12. Pugovkin D.V. *Epifitnye bakteriocenozy Fucus vesiculosus L. Barenceva morya i ih rol' v degeneracii neftyanyh zagryaznenij. Diss. ... kand. biol. nauk* [Epiphytic bacteriocenoses of *Fucus vesiculosus* L. of the Barents Sea and their role in the degeneration of oil pollution. Cand. biol. sci. diss.]. Murmansk, 2016, 146 p. (In Russian).
13. Khailov K.M. *Ecological metabolism at sea* [Ecological metabolism in the sea]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1971, 252 p. (In Russian).
14. Tujula N.A. *Analysis of the epiphytic bacterial community associated with the green alga Ulva australis*. University of New South Wales, 2006, pp. 178. (In English).
15. Fries L. Some observations on the morphology of *Enteromorpha linza* (L.) J. Ag. and *Enteromorpha compressa* (L.) Grev. in axenic culture. *Bot. Mar.*, 1975, vol. 18, pp. 251-253. (In English).
16. Provasoli L., Pintner I.J. Bacteria induced polymorphism in an axenic laboratory 591 strain of

Ulva lactuca (Chlorophyceae). *J. Phycol.*, 1980, vol. 16, pp. 196-200. (In English).
17. Nakanishi K., Nishijima M., Nishimura M., Kuwano K., Saga N. Bacteria that induce morphogenesis in *Ulva pertusa* (Chlorophyta) grown under axenic conditions. *Journal of Phycology*, 1996, vol. 32, pp. 479-482. (In English).
18. Marshall K., Joint I., Callow M.E., Callow J.A. Effect of marine bacterial isolates on the growth and morphology of axenic plantlets of the green alga *Ulva linza*. *Microbial. Ecology*, 2006, vol. 52, pp. 302-310. (In English).
19. Singh R.P., Reddy C.R.K. Seaweed-microbial interactions: key functions of seaweed-associated bacteria. *FEMS Microbiol. Ecol.*, 2014, vol. 88, pp. 213-230. (In English).
20. Waite T.D., Mitchell R. Some benevolent and antagonistic relationships between *Ulva lactuca* and its microflora. *Aquatic Botany*, 1976, vol. 2, pp. 13-22. (In English).
21. Harrison P.G. Growth of *Ulva fenestrata (Chlorophyta)* in microcosmos rich in *Zostera marina (Antophyta)* detritus. *Phycol.*, 1978, vol. 14, pp. 100-103. (In English).
22. Okuda T., Yamasaki M. Successive-day fruiting of Ulva pertusa. *J. Fac. Agr.*, Kyushu Univ., 1977, vol. 22, pp. 45-47. (In English).
23. Kalugina-Gutnik A. A. *Phytobenthos of the Black Sea* [Phytobenthos of the Black Sea]. Kiev, Naukova dumka Publ., 1975, 247 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Битютская Ольга Евгеньевна
канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
olha98306@yandex.ru

Bityutskaya Ol'ga Evgen'yevna
Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Head of the Department of food technology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
olha98306@yandex.ru

Булли Любовь Ивановна
канд. биол. наук, доцент кафедры технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Bulli Lubov Ivanovna
Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of food technology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

Мазалова Наталья Федоровна
канд. наук гос. упр, старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Mazalova Natalya Fedorovna
Ph.D. (Engin.), Senior Lecturer of the Department of Food Technology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

Семёнова Алла Сергеевна
магистрант 1-го курса направления подготовки «Продукты питания животного происхождения»
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Semyonova Alla Sergeevna
1st year master's degree student the of the training direction “Animal food products”
Kerch State Marine Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 639.3.034 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_20**

Булли Л.И., Мазалова Н.Ф.

ВЛИЯНИЕ ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЗРЕЛОЙ ИКРЫ КЕФАЛЕЙ НА ЭМБРИОНАЛЬНОЕ И ЛИЧИНОЧНОЕ РАЗВИТИЕ

Аннотация. На современном этапе развития марикультуры рыб в Азово-Черноморском регионе, все еще актуальным остается получение массового количества качественного и жизнеспособного посадочного материала. В связи с этим исследовано влияние физиолого-биохимических показателей зрелой овулировавшей икры на морфо-физиологические особенности предличинок и жизнеспособность личинок кефалей (пиленгаса, лобана и сингиля) при выращивании в искусственных условиях до завершающих стадий метаморфоза и жизнестойких стадий. Показано, что выживаемость молоди при выращивании в контролируемых условиях зависит от запаса и сбалансированности состава сухого обезжиренного вещества и липидов в зрелых овулировавших ооцитах, полученных от рыб с более крупными желтковыми ооцитами, достигшими дефинитивного размера. Выявлены тесные корреляционнае зависимости между показателями зрелого яйца: содержанием сухого обезжиренного вещества, липидов, сухой массы зрелого яйца и площадью желточного мешка односуточных предличинок кефалей. Предлагается площадь желточного мешка односуточной предличинки использовать в качестве экспресс-критерия при отборе для выращивания жизнеспособной молоди кефалей. У качественного потомства лобана и пиленгаса этот показатель составляет не менее 0,24 мм^2, сингиля – не менее 0,28 мм^2.
Ключевые слова: кефали, предличинки, личинки, жизнеспособность, площадь желточного мешка, сухая масса зрелого ооцита.

Bulli L.I., Mazalova N.F.

INFLUENCE OF PHYSIOLOGICAL AND BIOCHEMICAL PARAMETERS OF MATURE MULLET EGGS ON EMBRYONIC AND LARVAL DEVELOPMENT

Abstract. At the present stage of development of fish mariculture in the Azov-Black Sea region, it is still relevant to obtain a massive amount of high-quality and viable planting material. In this regard, the influence of the physiological and biochemical parameters of mature ovulated eggs on the morpho-physiological characteristics of the prelarvae and the viability of the larvae of mullets (pilengas, mullet and singil) when grown under artificial conditions to the final stages of metamorphosis and viable stages was studied. It was shown that the survival rate of juveniles when reared under controlled conditions depends on the stock and balance of the composition of dry fat-free matter and lipids in mature ovulated oocytes obtained from fish with larger yolk oocytes that have reached the definitive size. Close correlations were revealed between the indicators of a mature egg: the content of dry fat-free matter, lipids, dry weight of a mature egg and the area of the yolk sac of one-day mullet prelarvae. It is proposed to use the area of the yolk sac of a one-day prelarva as an express criterion for selection for growing viable juvenile mullets. In high-quality offspring of striped mullet and pilengas, this indicator is not less than 0.24 mm2, singhil - not less than 0.28 mm2.
Keywords: mullet, prelarvae, larvae, viability, yolk sac area, dry weight of a mature oocyte.

Введение. В связи с необходимостью совершенствования биотехники получения массового количества качественной и жизнеспособной молоди морских рыб для дальнейшего развития марикультуры в Азово-Черноморском регионе, на современном этапе развития морского рыбоводства актуальным является проведения углубленных изиолого-биохимических исследований их раннего онтогенеза. Особый интерес представляют исследования причин значительной разнокачественности потомства кефалей, получаемой от рыб близкого исходного физиологического состояния и созревающих в сходных условиях по факторам среды и гормональной обработке. В связи с этим важным является определение критериев качества потомства на начальных этапах развития.

Целью работы являлось исследование выживаемости кефалей в эмбриональный и личиночный периоды в зависимости от физиолого-биохимических показателей зрелых овулировавших яиц.

Материалы и методы исследования. В работе обобщены многолетние материалы по рыбоводно-биологическим показателям икры и личинок трех видов кефалей: пиленгаса, сингиля и лобана, полученных в условиях искусственного воспроизводства. Производителей кефалей с ооцитами IV стадии зрелости отбирали из уловов в Керченском проливе в период их нерестовых миграций. Зрелую икру получали, используя методы гормонального стимулирования созревания кефалей [1].

Качество икры оценивали по комплексу показателей. Использовали визуальную оценку овулировавшей неоплодотворенной икры (окраску, тургор, количество овариальной жидкости, прозрачность). Готовность икры к оплодотворению оценивали по активации икринок в морской воде. Содержание в них сухой массы определяли высушиванием навески около 0,5 г при температуре 65 °С до постоянной массы, затем вычисляли ее, используя данные по количеству икринок в навеске, взятой на определение сырой массы икринки. Взвешивание проводили на аналитических весах.

В пробе овулировавшей икры определяли содержание обезжиренного сухого вещества (ОСВ) и липидов, и вычисляли их количество (мкг) в 1 икринке. Для этого икру экстрагировали хлороформ-метанолом (2:1), а затем анализировали как описано В.И. Лапиным и Е.Г. Черновой [2]. Каждую пробу анализировали в трех повторностях. Количество белка в икре кефалей определяли по содержанию обезжиренного сухого вещества (СОВ), так как известно, что между содержанием обезжиренного сухого вещества и количеством сырого протеина в теле рыб существует тесная прямолинейная связь [3].

Оплодотворенную икру каждой самки инкубировали раздельно в бассейнах, подключенных к замкнутой рециркуляционной системе, а затем там же выращивали личинок.

Определяли длину предличинок и личинок, малый и большой диаметры их желточного мешка. Промеры осуществляли прижизненно. Предличинок помещали на предметное стекло в каплю морской воды и измеряли под бинокуляром при увеличении 4х8. Подросших личинок помещали в чашку Петри с морской водой, убирая пипеткой лишнюю воду «укладывали» их на бок и измеряли при увеличении 2х8 или 1х8 (n = 10-15 экз.), в зависимости от их возраста (размера). Площадь желточного мешка рассчитывали как площадь эллипса.

Данные обрабатывали с использованием стандартных методов вариационной статистики, а также компьютерной обработки (электронные таблицы Excel).

Результаты исследования и их обсуждение. Исследования показали, что выживаемость эмбрионов пиленгаса при инкубации в рециркуляционных системах в большинстве случаях составляла 70-100%. Вероятно, в контролируемых и регулируемых условиях рециркуляционных систем большая часть зародышей развивается нормально. Снижение выживаемости эмбрионов отмечалось лишь при инкубации икры с низким процентом оплодотворения,

когда из-за присутствия большого количества мертвых и неоплодотворившихся ооцитов ухудшались условия инкубации, развивались сапролегниевые грибы и различные бактерии.

Выявлено также, что зависимость между показателями выживаемости пиленгаса в эмбриональный период и содержанием в зрелом яйце сухого обезжиренного вещества и липидов характеризуется очень низкими коэффициентами корреляции 0,34 и 0,18, соответственно (табл. 1). В то же время, количество трофических и энергетических компонентов яйца оказывает более заметное положительное влияние на жизнеспособность личинок. Более тесная корреляционная связь между этими показателями прослеживается в течение развития личинок до начала этапа «серебрения» в возрасте 10-15 суток, что свидетельствует о значительной роли белков и липидов в их обменных процессах.

Таблица 1 – Зависимость жизнеспособности пиленгаса в период эмбрионального и личиночного развития до 15-суточного возраста от содержания в зрелой икре сухого обезжиренного вещества и липидов

Показатели		n	Коэффициеты уравнения линейной регресси		Коэффициент корреляции
			a	b	
Выживае-мость эмбрионов, %	Сухое обезжиренное вещество, мкг	20	43,33	1,32	0,34
	Липиды, мкг	20	124,46	-1,25	0,18
Выживае-мость личинок, %	Сухое обезжиренное вещество, мкг	18	-164,11	7,21	0,63
	Липиды, мкг	18	-186,45	6,40	0,86

В связи с полученными данными были более подробно проанализированы взаимосвязи некоторых физиолого-биологических показателей зрелой икры самок пиленгаса с морфологическими показателями и жизнеспособностью их потомства в период личиночного развития.

Как видно из данных таблицы 2, важную роль для жизнеспособности личинок играет сбалансированное содержание сухого обезжиренного вещества (СОВ) и липидов.

Таблица 2 – Зависимость некоторых рыбоводно-биологических показателей личинок пиленгаса от содержания липидов и сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце

№№ самок	Содержание в зрелом яйце, мкг		Личинки в возрасте 1 сут		Выживаемость личинок в возрасте 15 сут, %
	Сухого обезжиренного вещества	Липидов	Длина, мм	Площадь желточного мешка, мм²	
1	24,94±2,22	38,12±4,02	-	-	ед.
2	25,29±1,23	27,41±3,84	2,91±0,01	0,163±0,002	ед.
3	26,08±1,22	34,30±2,05	3,10±0,01	0,228±0,001	66
4	27,05±2,21	34,47±2,23	3,02±0,01	0,248±0,001	88
5	27,22±2,01	30,25±3,89	2,97±0,01	0,254±0,002	10
6	27,63±0,64	32,73±1,08	3,2±0,01	0,258±0,001	82
7	27,75±0,93	36,15±0,93	3,28±0,01	0,260±0,001	85
8	28,11±1,68	30,85±3,92	-	-	42
9	29,68±1,04	37,98±2,03	3,25±0,01	0,265±0,001	50*
10	30,52±1,27	40,33±1,56	-	-	85
11	32,89±0,76	40,33±2,04	3,11±0,01	0,286±0,001	80
12	37,33±0,63	42,67±0,85	3,16±0,01	0,288±0,001	85

Примечание: *более низкая выживаемость из-за предельно высокой плотности посаженных на выращивание личинок

Так, в зрелых ооцитах самки № 1, количество обезжиренного сухого вещества (24,94 мкг) было меньше, чем у других рыб, но содержание липидов (38,12 мкг) было выше, соотношение жир/белок составило 1,5. Выживаемость

полученных личинок оказалась очень низкой. Такая икра, встречающаяся иногда у пиленгаса из естественных популяций, имеет оранжевую окраску и, как правило, характеризуется низким качеством.

В икре самок № 5 и № 8**,** несмотря на более высокое содержание сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце, выживаемость личинок также снижалась и к 15-суточному возрасту составила 10 и 42 %. Вероятно, это можно объяснить более низким количеством липидов в икре этих рыб, составившим менее 31 мкг (менее 53 % сухой массы ооцита). Соотношение жир/белок составило 1,1.

Как видно (табл. 2), хорошая выживаемость отмечалась у личинок, полученных от икры, содержащей не менее 26 мкг сухого обезжиренного вещества и не менее 32 мкг липидов (соответственно, 43-46 % СОВ и 53-56 % липидов сухой массы икринки). При повышении содержания этих веществ в икринке отмечается тенденция увеличения длины личинок и размера их желточного мешка.

В то же время, даже при оптимальной плотности посадки в период выращивания ранней молоди, выживаемость ее снижается при недостаточном содержании одного из трофических компонентов, белков или липидов.

Следует отметить, что у многих видов рыб содержание белков в процентном отношении к сухому весу икринки превышает содержание жира. Так, по данным Е. Камлер (Kamler, 1992; 2002, цит. по [4]), содержание белков в процентном отношении к сухому весу икринки у лососёвой рыбы (кеты) составляет в среднем 68,4 % (64,3-72,5 %), жировые включения в икре кеты в среднем составляют 25,8 %, у сиговой рыбы (ряпушки) белки составляют только 51,2 % (49,0–53,4), жировые включения – 22,6 % (16,8 до 28,4 %).

Даже в пелагических яйцах океанических рыб – морской щуки и макруруса, с высокой жирностью икры, содержание липидов составляет 26,6 и 34,9 % сухой массы икринки [5]. В отличие от этих видов, характерной особенностью биохимического состава икры кефалей является наличие более

высокого количества липидов, чем белков. У кефалей Азово-Черноморского бассейна соотношение жир/белок в икре, как правило, больше единицы. У пиленгаса азовской популяции содержание липидов в зрелой икре составляет 52,6-59,6 % сухой массы.

Между выживаемостью личинок в течение первых 10-15 суток после вылупления (стадия «серебрения») и площадью их желточного мешка в возрасте 1 суток (что, вероятно, пропорционально запасу питательных веществ в зрелых ооцитах) выявлена тесная корреляционная связь, коэффициент корреляции равен 0,97 (рис. 1). Зависимость хорошо описывается уравнением логарифмической функции:

$$Q = 46{,}0 \cdot \ln(S) + 0{,}749 \quad (r = 0{,}97;\ n = 10), \qquad (1)$$

где Q – выживаемость личинок, %; S – площадь их желточного мешка в возрасте 1 суток.

Этот показатель целесообразно использовать как критерия качества потомства при отборе личинок для дальнейшего выращивания.

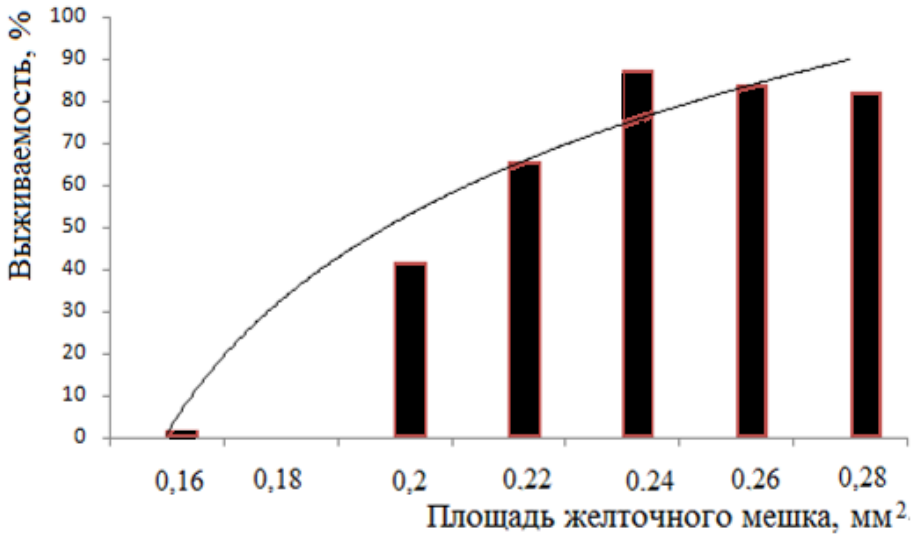


Рисунок 1 – Зависимость выживаемости личинок пиленгаса на стадии «серебрения» в возрасте 15 суток от площади желточного мешка односуточной личинки

По нашему мнению, величина желточного мешка предличинок в возрасте 1 суток дает более точное представление о запасе трофических и энергетических веществ, чем во время вылупления предличинок, когда их морфологические показатели могут значительно варьировать. Длительность периода вылупления в потомстве разных самок различается и может происходить в течение от 2-3 до 6 часов и более. У только что вылупившейся предличинки голова тесно прижата к желточному мешку и в течение нескольких часов она постепенно выпрямляется. В этот период длина предличинок, как и размер желточного мешка, значительно варьируют, что при вычислении средних величин может давать большую ошибку. Поэтому при анализе материала мы учитывали показатели, определенные у предличинок в возрасте 1 суток, после выпрямления головы.

Как следует из представленных данных (см. табл. 2), наиболее жизнеспособной является молодь пиленгаса, полученная от икры, сухая масса которой выше 60 мкг (не менее 26 мкг сухого обезжиренного вещества и 34 мкг липидов), а площадь желточного мешка преличинок в возрасте 1 суток – не ниже 0,240 мм^2.

Между показателями зрелого яйца, таких как: количество сухого обезжиренного вещества (V), количество липидов (L), сухой массы зрелого яйца (P) и площадью желточного мешка односуточной предличинки выявлены корреляционные зависимости, которые описываются уравнениями:

$$S = 0{,}046 + 0{,}007 \cdot V \quad (r = 0{,}72;\ n = 11), \tag{2}$$

где S – площадь желточного мешка;

V – количество сухого обезжиренного вещества в зрелом яйце.

$$S = 0{,}024 + 0{,}006 \cdot L \quad (r = 0{,}82;\ n = 11), \tag{3}$$

где L – содержание общих липидов в зрелом яйце.

$$S = 0{,}019 + 0{,}004 \cdot P \quad (r = 0{,}80;\ n = 11), \qquad (4)$$

где S – площадь желточного мешка;

P – сухая масса зрелого яйца.

При оценивании показателей зрелых яиц и односуточных личинок черноморских аборигенных кефалей, потомство которых характеризовалось высокой выживаемостью на этапе получения жизнестойкой молоди, также установлены оптимальные значения их физиолого-биохимических показателей. Наиболее жизнестойкая молодь лобана была получена от икры, содержавшей не менее 20 мкг липидов и 14 мкг сухого обезжиренного вещества, а сингиля – не менее 23 мкг и 15 мкг. Соответственно, сухая масса зрелого яйца в этих партиях составляла: у лобана 34-40 мкг, у сингиля - 38-49 мкг. Площадь желточного мешка односуточных личинок в таких партиях составляла не менее 0,24 мм^2 у лобана и не менее 0,28 мм^2 у сингиля (табл. 3).

Таблица 3 – Показатели икры лобана и сингиля и полученных от нее предличинок, характеризующихся высокой выживаемостью

Вид рыбы	n	Диаметр зрелого яйца, мкм	Масса яйца, мкг		Развитие, %		Предличинки в возрасте 1 сут	
			сырая	сухая	Дробление	Вылупление	Площадь желточного мешка, мм^2	Длина, мм
Лобан	3	695,5 ± 9,8	209,7 ± 6,0	34,6 ± 0,4	74	62	0,245 ±0,005	2,14 ±0,01
Сингиль	3	839,3 ± 5,73	295,3 ± 8,2	42,4 ± 1,6	86	81	0,284 ±0,004	2,5-2,8
	5	795,1 ± 4,7	279,3 ± 9,8	37,8 ± 2,3	83	74	0,282 ±0,008	2,5-2,6
	2	752,6 ± 4,5	260,7 ± 8,5	39,3 ± 0,5	51	50	0,278 ±0,012	2,4-2,6

Снижение оплодотворяемости икры и выживаемости эмбрионов и личинок при низком содержании питательных веществ в икре известно также и для других видов рыб [6, 7, 8 и др.]. Как подчеркивают многое авторы, в

большей степени биохимический состав половых клеток влияет на жизнедеятельность эмбрионов и личинок.

Выводы. Таким образом, для работ по искусственному воспроизводству отдельных видов кефалей необходимо отбирать производителей с более крупными исходными желтковыми ооцитам, достигшими дефинитивных размеров, составляющих не менее 500 мкм для лобана и сингиля и 600 мкм – для пиленгаса [9]. В качестве дополнительного (контрольного) экспресс-критерия при отборе для дальнейшее выращивание наиболее качественных личинок до жизнестойкой стадии следует использовать показатель площади желточного мешка односуточных предличинок, составляющий не менее 0,24 мм^2 для потомства лобана и пиленгаса, и не менее 0,28 мм^2 для сингиля.

Обращает на себя внимание, что культивирование кефалей в существующих в настоящее время условиях, при отсутствии специализированных питомников и использовании технических средств, внедренных в морское рыбоводство еще в 1980-1990-х годах, не всегда позволяет получать полноценный посадочный материал, отвечающий современным требованиям. Существует острая необходимость в создании современных рыбоводных питомников с термостатированными цехами, оборудованными качественными средствами контроля и регулирования параметров среды.

Как показывает мировой опыт [10, 11], создание таких питомников позволяет вывести аквакультуру морских рыб на достойный уровень.

Экспериментально показано, что для завершения вителлогенеза, перехода яйцеклеток к созреванию и для осуществления нормального нереста у кефалей необходимы более низкие температуры по сравнению с теми, при которых идет активный трофоплазматический рост. Поэтому маточные стада морских рыб в питомниках рекомендовано содержать в контролируемых условиях [10]. Это способствует нормальному завершению вителлогенеза в яйцеклетках, достижению высокого уровня чувствительности к гормональным препаратам и качества половых продуктов.

Список использованной литературы:

1. *Куликова Н.И., Шекк П.В.* Биотехника искусственного воспроизводства кефалей (лобана, сингиля, пиленгаса) с описанием схемы типового рыбопитомника. Керчь: Издательский центр ЮгНИРО, 1996. 27 с.
2. *Лапин В.И., Чернова Е.Г.* О методике экстракции жира из сырых тканей рыб // Вопросы ихтиологии. 1970. Т. 10. Вып. 4. С. 753-756.
3. *Шульман Г.Е., Кокоз Л.М.* Содержание обезжиренного сухого вещества в теле некоторых черноморских рыб // Вопросы ихтиологии. 1971. Т. 11. Вып. 2 (67). С. 339-344.
4. *Черняев Ж.А.* Воспроизводство сиговых рыб. Эколого-физиологические особенности размножения и развития. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2017. 329 с.
5. *Craik J.C.F., Harvey S.M.* The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts // J. mar. boil. Assjc. U.K. 1987. Vol. 67. No. 1. P. 169-182.
6. *Федорова Л.С.* Некоторые биохимические показатели степени зрелости икры азовской белуги, инъецированной гормонами гипофиза // Труды ЦНИОРХ. 1972. Т. 4. С. 200-208.
7. *Craik J.C.A., Harvey S.M.* Biochemical changes occurring during final maturation of eggs of some and freshwater teleosts // J. Fish. Biol. 1984. Vol. 26. P. 599-510.
8. *Залепухин В.В.* Некоторые биохимические изменения при перезревании и резорбции икры пестрого толстолобика [Aristichthys nobilis (Rich)] в условиях заводского воспроизводства // Научн. докл. высш. шк. Биол. н. 1985. № 2. С. 33-37.
9. *Булли Л.И.* О биологическом качестве икры кефалей Азово-Черноморского бассейна // Вестник КГМТУ, 2020. Вып. 1. С. 8-21.
10. *Kuo C.-M., Nash C.E., Shehadeh Z.H.* The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (Mugil cephalus L.) // Aquaculture. 1974. Vol. 3. No. 1. P. 25-43.
11. *Koven W., Rosenfeld H., Fauvel Ch., Nixon O., Meiri-Ashkenazi I., Bitan A., Robles R., Kotzamanis Y., Shafran G., Papaioannou N.* First summary of studies carried out on the grey mullet (Mugil cephalus) in the EU project: diversify // Aquaculture Europe 2015 – Aquaculture, Nature and Society. Rotterdam, The Netherlands, October 20-23, 2015. P. 444-445. URL: https://archimer.ifremer.fr/doc/00307/41776/ (дата обращения: 01.06.2021).

References:

1. Kulikova N.I., Shekk P.V. *Biotekhnika iskusstvennogo vosproizvodstva kefalej (lobana, singilya, pilengasa) s opisaniem skhemy tipovogo rybopitomnika* [Biotechnics of artificial reproduction of mullets (loban, singil, pilengas) with a description of the scheme of a typical fish hatchery]. Kerch': YugNIRO Publ., 1996, 27 p. (In Russian).
2. Lapin V.I., Chernova E.G. O metodike ekstrakcii zhira iz syryh tkanej ryb [About the method of extracting fat from raw fish tissues]. *Voprosy ihtiologii* [Questions of ichthyology], 1970, vol. 10, part 4, pp. 753-756. (In Russian).
3. Shul'man G.E., Kokoz L.M. Soderzhanie obezzhirennogo suhogo veshchestva v tele nekotoryh chernomorskih ryb [The content of fat-free dry matter in the body of some Black Sea fish]. *Voprosy ihtiologii* [Questions of ichthyology], 1971, vol. 11, part 2 (67), pp. 339-344. (In Russian).
4. Chernyaev Zh.A. *Vosproizvodstvo sigovyh ryb. Ekologo-fiziologicheskie osobennosti razmnozheniya i razvitiya* [Reproduction of whitefish. Ecological and physiological features of reproduction and development]. Moscow, KMK Publ., 2017, 329 p. (In Russian).
5. Craik J.C.F., Harvey S.M. The causes of buoyancy in eggs of marine teleosts. *J. mar. boil. Assjc. U.K*, 1987, vol. 67, no. 1, pp. 169-182. (In English).
6. Fedorova L.S. Nekotorye biohimicheskie pokazateli stepeni zrelosti ikry azovskoj belugi, in"ecirovannoj gormonami gipofiza [Some biochemical indicators of the degree of maturity of the Azov beluga caviar injected with pituitary hormones]. *Trudy TSNIORKH* [Works of

TSNIORKH], 1972, vol. 4, pp. 200-208. (In Russian).
7. Craik J.C.A., Harvey S.M. Biochemical changes occurring during final maturation of eggs of some and freshwater teleosts. *J. Fish. Biol.*, 1984, vol. 26, pp. 599-510. (In English).
8. Zalepuhin V.V. Nekotorye biohimicheskie izmeneniya pri perezrevanii i rezorbcii ikry pestrogo tolstolobika [Aristichthys nobilis (Rich)] v usloviyah zavodskogo vosproizvodstva [Some biochemical changes during over-maturation and resorption of the eggs of the variegated silver carp [Aristichthys nobilis (Rich)] in the conditions of factory reproduction]. *Nauchnye doklady vysshej shkoly. Biologicheskie nauki* [Scientific reports of the higher school. Biological Sciences], 1985, no. 2, pp. 33-37. (In Russian).
9. Bulli L.I. O biologicheskom kachestve ikry kefalej Azovo-Chernomorskogo bassejna [On the biological quality of mullet caviar in the Azov-Black Sea basin]. *Vestnik KGMTU* [KSMTU Bulletin], 2020, issue 1, pp. 8-21. (In Russian).
10. Kuo C.-M. Nash C.E., Shehadeh Z.H. The effects of temperature and photoperiod on ovarian development in captive grey mullet (Mugil cephalus L.). *Aquaculture*, 1974, vol. 3, no 1, pp. 25-43. (In English).
11. Koven W., Rosenfeld H., Fauvel Ch., Nixon O., Meiri-Ashkenazi I., Bitan A., Robles R., Kotzamanis Y., Shafran G., Papaioannou N. First summary of studies carried out on the grey mullet (Mugil cephalus) in the EU project: diversify. *Aquaculture Europe 2015 – Aquaculture, Nature and Society*. Rotterdam, The Netherlands, October 20-23, 2015, pp. 444-445. (In English). Available at: https://archimer.ifremer.fr/doc/00307/41776/ (accessed 01.06.2021).

Сведения об авторах / Information about authors

Булли Любовь Ивановна
канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
Керченский государственный морской технологический университет
298330, Республика Крым, г. Керчь, ул. Буденного 26, кв. 81
l_bulli@mail.ru

Bulli Lyubov' Ivanovna
Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of aquatic bioresources and mariculture
Kerch State Maritime Technological University
298330, Republic of Crimea, Kerch, Budennogo str., 26, app. 81
l_bulli@mail.ru

Мазалова Наталья Федоровна
канд. наук гос. упр., старший преподаватель кафедры технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
mazalovanf@gmail.com

Mazalova Natalya Fedorovna
Ph.D. (Engin.), Senior Lecturer of the Department of Food Technology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
mazalovanf@gmail.com

УДК 57.043+624.131.1 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_32**

Кашутин А.Н., Климова А.В.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГРУНТОВ В МЕСТАХ ПРОИЗРАСТАНИЯ БУРОЙ ВОДОРОСЛИ *FUCUS DISTICHUS*S SUBSP. *EVANESCENS* В АВАЧИНСКОЙ ГУБЕ (ЮГО-ВОСТОЧНАЯ КАМЧАТКА)

Аннотация. В работе представлены данные о преобладающих типах грунтов в литоральной зоне Авачинской губы. Исследования проводили в 2016-2020 гг. в восьми районах бухты: бух. Богатырёвка, бух. Крашенинникова, бух. Моховая, бух. Сероглазка, бух. Петропавловский ковш, мыс Санникова, бух. Завойко и мыс Восточный. Общая протяжённость грунтов, представляющих собой валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем (тип I) и песок, галечник и хаотично разбросанные валуны (тип III), составила 35,87 км. Именно эти типы грунтов пригодны для развития структурообразующей литоральной водоросли – *F. distichus.* На непригодные для его развития субстраты приходилось 9,45 км береговой полосы. В настоящее время районом с максимальной площадью распространения фукуса является бух. Сероглазка. Здесь, особенно в нижнем горизонте литорали, он имеет хорошо выраженное поясное распределение. В бухте Петропавловский ковш природные субстраты полностью отсутствовали из-за большой протяжённости причальных сооружений и сопутствующих инженерных коммуникаций. Всё это в последнем районе, несомненно, привело не только к изменению рельефа его восточного и западного берегов, но и к исчезновению *F. distichus.*
Ключевые слова: Авачинская губа, литораль, осадконакопление, грунты, *Fucus distichus* subsp. *evanescens.*

Kashutin A.N., Klimova A.V.

CHARACTERISTICS OF GROUNDS IN THE PLACES OF GROWING OF THE BROWN ALGAE *FUCUS DISTICHUS* SUBSP. *EVANESCENS* IN AVACHA BAY (SOUTH-EAST KAMCHATKA)

Abstract. The paper presents data on the prevailing soil types in the littoral zone of Avacha Bay. The research was carried out in 2016-2020. in 8 areas of the bay: bay. Bogatyryovka, Bukh. Krasheninnikov, Bukh. Mokhovaya, Bukh. Gray-eyed, boo. Peter and Paul ladle, Cape Sannikov, Bukh. Zavoiko and Cape Vostochny. The total length of soils, which are boulder-block placers with underlying sand, pebbles, gravel (type I) and sand, gravel and randomly scattered boulders (type III), was 35.87 km. It is these types of soils that are suitable for the development of the structure-forming littoral alga – *F. distichus*. The substrates unsuitable for its development accounted for 9.45 km of the coastal strip. Currently, the area with the maximum distribution area of Fucus is Bukh. Gray-eyed. Here, especially in the lower horizon of the littoral, it has a well-pronounced belt distribution. In the Petropavlovskiy bucket bay, natural substrates were completely absent due to the large length of berthing facilities and related engineering communications. All this in the latter region undoubtedly led not only to a change in the relief of its eastern and western shores, but also to the disappearance of *F. distichus*.
Key words: Avacha Bay, littoral, sediment accumulation, grounds, *Fucus distichus* subsp. *evanescens.*

Введение. Авачинская губа в XVIII столетии играла важную роль при освоении первооткрывателями дальневосточных морей и земель. На

сегодняшний день она является одним из важнейших водных объект Камчатского края. Вдаваясь в западный берег Авачинского залива на 24 км между мысами Маячный и Безымянный, и соединяясь с Тихим океаном узким проливом «горлом», она представляет собой обширную акваторию грушевидной формы площадью около 215 км^2. Протяжённость её береговой линии составляет 110 км [1].

Первое, достаточно реалистичное изображение Авачинской губы, появилось в 1713 г. на чертеже сибирского картографа С.У. Ремезова. В 1740 г., штурман И.Ф. Елагин составил преимущественно общее физико-географическое описание. Позднее сведения дополнил С.П. Крашенинников. Не обошли вниманием Авачинскую губу в 1799 г. корабли английской кругосветной экспедиции Д. Кука. Осуществив объезд бухты и проведя замеры бухт и заливов, исследователи составили карту [2]. Впервые в сентябре 1851 г. К. Дитмар достаточно детально исследовал и составил полную геологическую карту Авачинской губы [3].

К концу XX века Камчатский регион подошёл к пику своего социально-экономического развития и военного потенциала. Авачинская губа имела важнейшее геополитическое и оборонное значение для страны. В настоящее время вдоль её береговой линии располагаются судоремонтные предприятия, военно-морские базы, причальные сооружения торгового, нефтеналивного и рыбного флотов, также она является естественным приемником всех хозяйственно-бытовых и производственных стоков. Хозяйственная деятельность, повлияла не только на экосистему бухты [4], но и на изменение её берегов, распределение грунтов и осадков. Эти показатели оказывают решающее значение при расселении организмов супралиторальной и литоральной зон, особенно массовых и структурообразующих видов.

Исследования грунтов Авачинской губы проводились преимущественно в разрезе изучения субстратов для развития гидробионтов сублиторали и обрастаний. В то время как актуальные данные о грунтах литоральной зоны для

этого района в настоящее время отсутствуют. В литературных источниках приведены лишь незначительные сведения о характеристике субстратов прибрежных зон во внутренних бухтах – Раковая, Бабьей и Завойко [5, 6, 7]. Актуальность изучения грунтов осушной зоны Авачинской губы объясняется тем, что именно здесь произрастает один из наиболее массовых видов литоральной альгофлоры – *Fucus distichus* subsp. *evanescens*. Он играет важную экологическую роль по поддержанию биологического разнообразия прибрежного сообщества. Из-за высокого содержания биологически активных веществ, способности сорбировать и трансформировать загрязняющие вещества, он имеет также большую хозяйственную ценность. Несмотря на всё вышесказанное, исследований грунтов литорали бухты в контексте их пригодности для развития фукуса никем не проводились.

Целью исследования являлся количественный и качественный анализ грунтов прибрежной зоны Авачинской губы, преимущественно в местах произрастания *F. distichus.*

Материалы и методы исследования. Полевые работы в Авачинской губе проводили в 2016-2020 годах, у её городского побережья – на регулярной основе и единично – в ее южной части (рис. 1). При исследовании грунтов литоральной зоны во всех районах особое внимание уделяли регистрации микропопуляций *F. distichus*, за исключением бухты Крашенинникова – места базирования атомных подводных лодок Тихоокеанского флота, из-за отсутствия постоянного доступа для проведения альгологических работ.

Наиболее полное и подробное описание методов исследований, методик выполнения работ, теоретических основ динамики морских берегов весьма детально изучены и широко освещены в специальной литературе [8-12]. Для определения берегового уклона дна и глубин использовали карту Авачинской губы (масштаб 1:25000).

В труднодоступных районах бухты применялся метод дистанционного наблюдения с борта лодки с помощью фотоаппаратуры. Собранный материал

во время полевых исследований позволил дать как качественную, так частично и количественную оценку его изменений. Обработка полученных фотографий с изображениями зон береговых секторов и работы во время высадок позволили выделить наиболее характерные черты отдельных участков береговой зоны, выявить их региональные и типологические особенности.

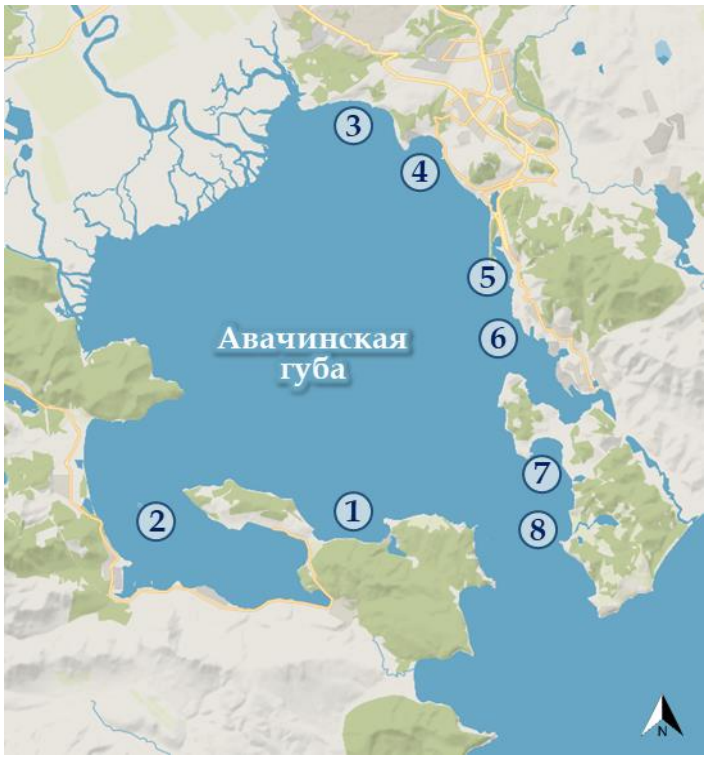


Рисунок 1 – Районы исследований грунтов Авачинской губы:
1– бух. Богатырёвка; 2 – бух. Крашенинникова; 3 – бух. Моховая;
4 – бух. Сероглазка; 5 – бух. Петропавловский ковш; 6 – мыс Санникова;
7 – бух. Завойко; 8 – мыс Восточный.

Учитывая, что горизонтальное и вертикальное распределение водорослей зависит как от характера района, так и характера грунта, нами приводилась не только характеристика некоторых особенностей осадконакопления в Авачинской губе в связи с её интенсивным загрязнением, но и всего района исследования. Полученные результаты даны в сравнении с имеющимися литературными и архивными данными.

Первостепенным при формировании площади покрытия зарослей фукуса имеет субстрат. Описываемые берега Авачинской губы отличаются обширной мозаикой грунтов – накоплением рыхлых осадков, песков, глыб, валунов и галечников. Всё это при описании грунтов затрудняло их классификацию. Поэтому мы в своей работе пользовались классификацией для морских осадков по гранулометрическому составу (табл. 1).

Таблица 1 – Классификация грунтов по гранулометрическому составу [13]

Грунт (морские осадки)	Модуль крупности фракций, мм	Размеры частиц, мм
Глыбы	1000	> 1000
Валуны: крупный, средний, мелкий	1000-500; 500-250; 250-100	100-1000
Галька: крупная, средняя, мелкая	100-5; 50-25; 25-10	10-100
Гравий: крупный, средний, мелкий	10-5; 5; 2,5; 2,5-1,0	1,0-10
Песок: крупный, средний, мелкий	1,0-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1	1,0-0,5; 0,5-0,2; 0,2-0,1
Алевриты: крупные, мелкие	0,1-0,05; 0,1-0,01	0,1-0,05; 0,1-0,01
Алеврито-глинистые илы	0,01 (50-70%)	0,01-0,007
Глинистые илы	0,01 (>70%)	0,01-0,007

Наиболее типичные грунты в литоральной зоне Авачинской губы представлены на рисунке 2. Среди них субстратами естественного происхождения являются валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем (I); ил и песок (II); песок, галечник и хаотично разбросанные валуны (III). Отдельный тип грунтов составляют трансформированные участки берега с причальными сооружениями (IV).

Результаты исследования и их обсуждение. Ниже приведено описание каждого из исследованных и прилежащих к ним районов Авачинской губы. Южный, юго-западный и восточный берега бухты образованы склонами гор вулканического происхождения высотой 400-500 м. От мыса Безымянный до мыса Углового западный берег пролива, ведущего в Авачинскую губу, тянется на 8 км в общем направлении на север. Почти на всём протяжении берег

скалистый и обрывистый, кроме тех мест, где он прорезан долинами речек, впадающих в бухты Безымянную и Станицкого, разделённые мысом Средний. Весьма специфичен рельеф берегового склона литорали, строение которого меняется в зависимости от глубин, прибойности и представлен отвесными скалами, россыпью глыб, песком, галькой и щебнем. Изучение суточных приливов показывает, что пологий берег подвержен более высокой прибойности. На валунах, хаотично разбросанных на пляжной зоне, *F. distichus* формирует редкие куртины или встречается единично.

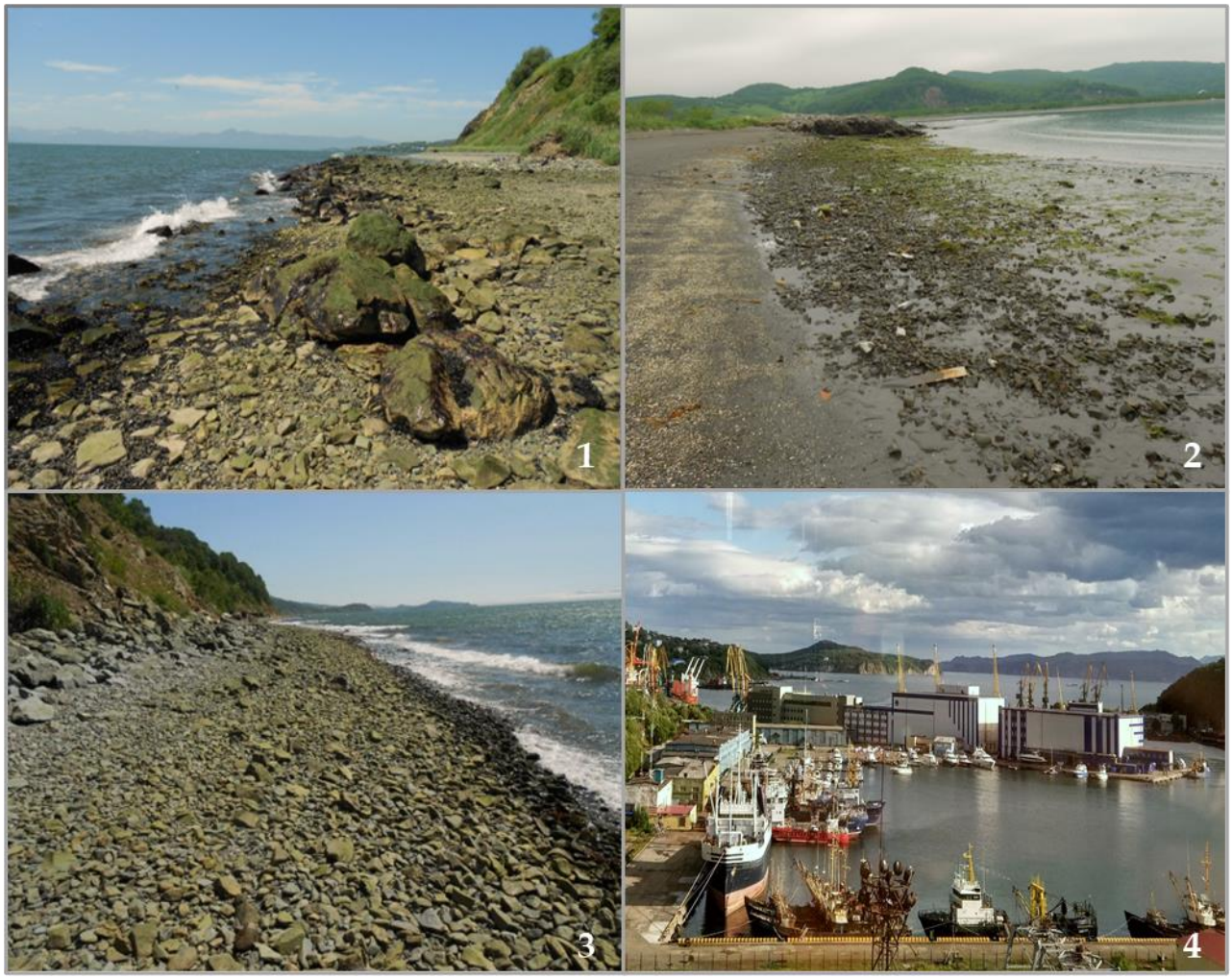


Рисунок 2 – Наиболее типичные грунты в литоральной зоне Авачинской губы: 1 – валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем (I); 2 – ил, песок (II); 3 – песок, галечник и хаотично разбросанные валуны (III); 4 – причальные сооружения (IV)

Результаты обследования грунтов литоральной зоны основных районов произрастания *F. distichus* в Авачинской губе представлены в таблице 2. Бухта Богатыревка вдаётся в берег между мысом Коса и мысом Входной (рис. 1.1; табл. 2). На низком восточном берегу бухты имеется озеро Богатырёвка. Южный берег высок и обрывист, вдоль него располагаются крупные и средние валуны, на которых основу растительности, с небольшой площадью покрытия составляет фукус. Юго-западный берег бухты низок и сложен из песка, галечника и хаотично разбросанных средних валунов, покрытых со стороны берега редкими кустиками *F. distichus*.

Таблица 2 – Процентное соотношение типа грунтов от общей протяжённости литорали Авачинской губы

№ п/п	Район	Тип грунта и его распространение (км)				Протяжённость района (км)	Наличие *F. distichus*
		I	II	III	IV		
1	Бух. Богатыревка	1,53	0,0	2,59	0,0	4,12	+
2	Бух. Крашенинникова	12,9	0,0	2,73	0,22	15,81	–
3	Бух. Моховая	0,91	0,0	4,28	0,68	5,87	+
4	Бух. Сероглазка	0,03	0,003	6,2	0,72	7,12	+
5	Бух. Петропавловский ковш	0,0	0,004	0,0	3,71	3,72	+
6	Мыс Санникова	0,02	0,0	0,95	0,0	0,98	+
7	Бух. Завойко	0,03	4,02	0,97	0,07	5,07	+
8	Мыс Восточный	0,002	0,02	0,95	0	0,97	+

Примечание: (+) – присутствует; (–) – нет данных.

Бухта Крашенинникова вдаётся в юго-западный берег Авачинской губы и отделена от неё узким гористым полуостровом Крашенинникова (рис. 1.2). Этот локальный полуостров выступает на расстоянии до 5 км к западо-северу и соединён с «материковой» Камчаткой низменным перешейком. Вход в бухту расположен между мысом Входной, западной оконечностью полуострова Крашенинникова и отстоящим к северу от него мысом Козак. Северный берег бухты преимущественно высокий и обрывистый, только в его средней части имеется узкий низменный

с валунной россыпью, галькой и гравием участок (рис. 2.1; табл. 2). Западный берег на большом протяжении низменный и сложен из песчаных и алевритовых осадков. Берега бухты Крашенинникова приглубы. В них вдаются небольшие бухты Сельдевая и Ягодная. Бухта Крашенинникова Сельдевая имеют причальные сооружения.

В северо-западной части Авачинской губы, к северу от мыса Казак расположена мелководная, с обрывистыми берегами и узким галечным пляжем бух. Турпанка. Скалистая прибойная литораль представлена пологими участками, образованными относительно небольшими плотно сомкнутыми плоскими валунами, которые принимают на себя волны и гасят силу прибоя. *F. distichus* в таких местообитаниях встречается гораздо реже, обычно с подветренной стороны. Иногда встречаются небольшие врезанные в сушу углубления, береговая линия которых образована галечными, галечно-валунными или валунными грунтами.

Далее в северно-западной части Авачинской губы, в районе устьев рек Авача и Паратунка, имеется обширная Авачинская низменность, представляющая собой широкий конус выноса речных наносов, известная под названием Лайда. Её средняя ширина около 2 км в районе дельты р. Авача и около 4-5 км в районе дельты р. Паратунка. Общая протяжённость Лайды по береговой полосе около 11 км (от п. Авача до м. Зайчик). Береговая линия Лайды – песок и ил. Во время отлива от 50 до 70% Лайды осушается. Здесь *F. distichus* растущим нами не найден.

Северо-восточный берег Авачинской губы от мыса Авачинский тянется на 9 км к юго-востоку до полуострова Сигнальный. Берег преимущественно высокий и обрывистый; в него вдаются бух. Моховая и Сероглазка, разделённые мысом Сероглазка (рис. 1.3-4; табл. 2). Литораль отличают скалы, валунно-глыбовые россыпи и хаотично разбросанные одиночные валуны. В среднем горизонте литорали полуострова Сигнальный, где нет причальных сооружений, основу растительности составляет

F. distichus, достигая высокого проективного покрытия на валунах [14].

Севернее мыса Сигнальный, примерно в километре, обрывистые берега сопки Никольской плавно переходят в низменную песчано-галечную Озерновскую косу, за которой находится озеро Култучное. На хаотично разбросанных валунах *F. distichus* встречается крайне редко.

Глыбо-валунная полуприбойная литораль распространена на всём участке побережья судоремонтного завода (СРМЗ), но особенно большое покрытие приходится на побережье, расположенном вдоль сопки Мишенная. От СРМЗ до причала ООО «Терминал Акрос» основное покрытие приходится на смешанные грунты – валуны, обломки скал, мелкий галечник и песок (табл. 2). Здесь, особенно нижний горизонт литорали имеет хорошо выраженное поясное распределение фукуса. Ширина пояса может доходить до 15 м. На небольших глубинах фукус хорошо просматривается в верхнем горизонте сублиторали, опускаясь до глубины 1,4 м. На верхнем горизонте литорали городского пляжа развиты гравийные или песчаные грунты, с редкими валунами. В нижнем горизонте каменистой литорали, на вершинах уплощённых крупных валунов, отдельными куртинами, крайне редко встречается *F. distichus*.

В Авачинской губе наибольшему изменению подверглась литораль бух. Петропавловский ковш (рис. 1.5, 2.4; табл. 2). Все её побережье обустроено капитальными причальными стенками, которые распространяются вплоть до мыса Санникова. Растущие водоросли *F. distichus* нами наблюдалось здесь только на антропогенных грунтах.

Литораль вдоль мыса Санникова протяжённостью около 350-400 м сложена из смеси мелкого песка, крупного галечника, отдельных валунов с разным модулем крупности (рис. 1.6; табл. 2). Необходимо, отметить на достаточно часто здесь встречающиеся скалистые обломки и мозаика мелко- и крупновалунных грунтов. Как показали наши исследования, именно на них наблюдаются плотные поселения *F. distichus*. Покрытие может составлять 70-80 %.

Мыс Санникова является северным входным мысом бух. Раковая, которая расположена в юго-восточной части Авачинской губы и вдаётся в её восточный берег на 5,5 км в юго-восточном направлении, имея ширину при входе около 2 км. Берега в основном обрывистые; только в южной и юго-восточной частях берега низкие и пологие, окаймлены отмелью, которая местами выступает на расстояние до 500 м от береговой черты и период отлива частично осыхает. В берега бухты Раковая вдаются несколько мелких бухт – Солёное озеро, озеро Богородское, Бабья и Ильичёва.

С западной стороны бух. Раковая отделена от акватории Авачинской губы полуостровом Завойко, скалистая оконечность которого – мыс Северный – является западным входным мысом в бухту. Грунт – песок, ракушка. Дно бухты представлено илом и песком. Южный берег бухты почти на всём протяжении окаймлён отмелью, состоящей из песка и ила, водоросли-макрофиты отсутствуют. Прибрежная часть отмели частично осыхает. В её берега вдается несколько бухт и бухточек, среди которых выделяются озеро Солёное и Богородское. Западный и восточный берега бухты укреплены стенками, у которых оборудованы причалы.

Полуостров Завойко, расположенный в 4 км к югу от полуострова Сигнального, выступает от восточного берега Авачинской губы, его южный берег ограничивает с севера бух. Завойко, а с северо-восточной – бух. Раковая. Литораль скалистая полуприбойная, в среднем горизонте основу растительности составляет *F. distichus*.

Бухта Завойко имеет литораль береговой черты сложенную из мелкозернистого щебня и песка (рис. 1.7; табл. 2). В средней береговой черте бухты, выступом юго-восточном направлении, размытая штормами располагается площадка из остатков скалы. От неё в сторону мыса Завойко находится небольшая группа валунов, покрытая в летний сезон фукусом. Необходимо отметить, что в осенний период частые шторма способствуют к полному исчезновению водорослей-макрофитов.

Наибольшая площадь покрытия глыбами и валунами простирается вдоль восточного побережья Авачинской губы до мыса Маячный. Его протяжённость достигает 800-850 м. В волнообразных желобах достаточно комфортно *F. distichus* чувствует себя с июня до начала августа. В осенний период с усиливающимися штормами в этом районе возникают сложные течения, которые полностью уничтожают ювенильные растения фукуса.

Литораль мыса Восточного подвержена умеренно-прибойному приливу (рис. 1.8; табл. 2). На литорали верхнего горизонта собран весь спектр морских грунтов. Для этих мест характерной особенностью являются сложная береговая черта – нависающие прижимы из скальных пород 40-87 м высотой. В этом районе береговой черты *F. distichus* встречается крайне редко и единичными растениями. В зимний период плавающий лёд и частые шторма срывают остатки фукуса и уносят его в море [15].

Всё это, несомненно, способствовало резкому сокращению в зоне литорали грунтов, на которых произрастает *F. distichus.* Полученные нами результаты о распределении грунтов в исследуемых районах Авачинской губы, позволили определить протяжённость береговой полосы прибрежной зоны на которой возможно распространение фукуса (табл. 3). Она составила 35,87 км. В тоже время, протяжённость литорали с неподходящими для развития фукуса грунтами не превышала 10 км.

Таблица 3 – Типы грунтов исследованных районов Авачинской губы и их соотношение от общей протяженности береговой линии

Тип грунта	Протяжённость, км	Соотношение от общей протяжённости береговой линии, %
I	15,4	14,0
II	4,05	3,68
III	20,47	18,61
IV	5,4	4,9

Как было отмечено выше, каждый из исследованных районов Авачинской

губы характеризовался определенным соотношением типов прибрежных грунтов. Так, в литоральной зоне бухт Богатыревка, Моховая, Сероглазка и мысов Санникова и Восточный преобладали песчаники и галечники с хаотично разбросанными валунами. В бухте Крашенинникова основу береговой зоны составляли валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой и щебнем. Литораль бух. Завойко покрыта песками практически на 80 %. В прибрежной зоне бух. Петропавловский ковш не осталось естественных субстратов, в настоящее время она полностью трансформирована).

В целом в литоральной зоне Авачинской губы преобладают пески, галечники с хаотично разбросанными валунами. Значительная доля побережья также покрыта валунно-глыбовыми россыпями с подстилающими их песком, галькой и щебнем. Антропогенные субстраты занимают 11,9 %. Меньшее распространение в прибрежной зоне имеют ил и пески (рис. 3).

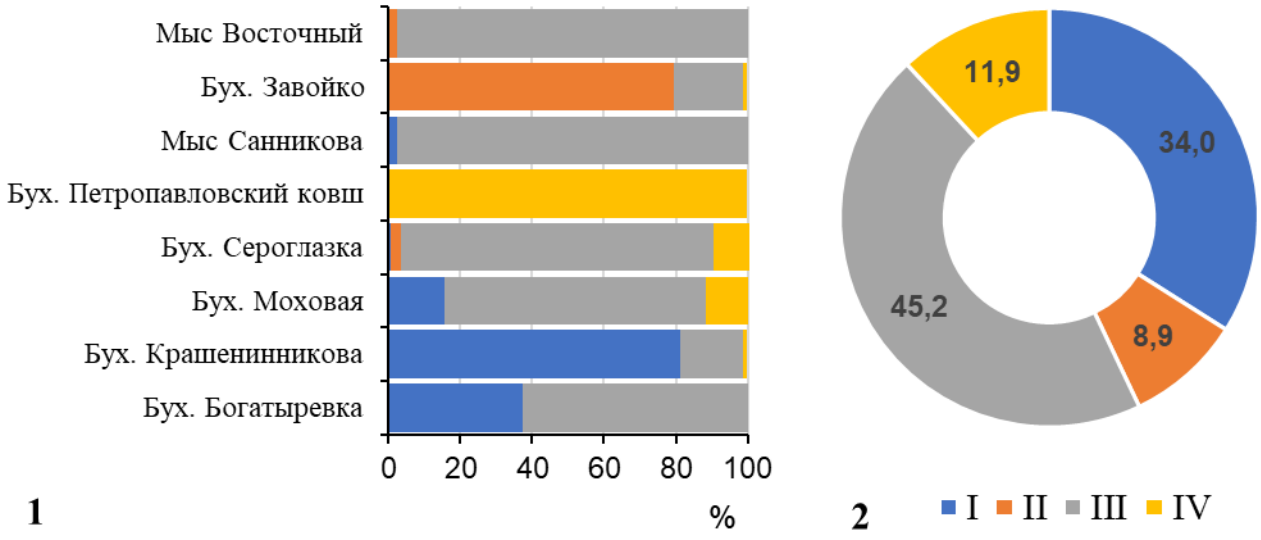


Рисунок 3 – Соотношение типов грунтов для каждого района исследования (1) и в целом для Авачинской губы (2). Типы грунтов: I – валунно-глыбовые россыпи с подстилающими их песком, галькой, щебнем; II – ил и песок; III – песок, галечник и хаотично разбросанные валуны; IV – причальные сооружения.

Движение вод в бухте определяется морскими, континентальными и антропогенными факторами. Среди морских наиболее важные – приливо-отливные течения и волны. Среди континентальных первостепенное значение имеют величина и режим речного стока рек Авача и Паратунка. К антропогенным отнесли причальные сооружения и сопутствующие инженерные коммуникации. Изменению берегов и литорали способствуют погружения и землетрясения, так современные замедленные опускания в Авачинской губе достигают 1,5 мм/год [16]. Стабилизация движений (нулевой скорости) характеризуют берег пос. Моховая и Сероглазка.

Береговая линия со стороны бух. Петропавловский ковш погружается со скоростью до 0,4 мм/год. Футшток ковша порта испытывает погружение до 1,5 мм/год, а берег южнее морского вокзала интенсивно опускается со скоростью 3,3 мм/год. В сторону океана, вдоль северо-восточной части Авачинской губы характер движения берегов более дифференцирован с общей тенденцией к поднятиям. Здесь, вдоль берега, скорости современных вертикальных движений усиливаются до 2,0 мм/год (против м. Сигнального), до 7,2 мм/год в районе Красной сопки. К Богородскому озеру скорости поднятия снова уменьшаются до 2,0 мм/год [17, 18].

Землетрясения силой 6 и более баллов с продолжительностью более 20 сек., происходящие за пределами суши на удалении 80-100 км от восточного побережья Камчатки, могут вызывать цунами с затоплением побережья всей бухты. При этом средняя величина максимального подъёма уровня океана при цунами за столетний период времени оценивается в 8,6 м, а на мысе Маячном до 11,5 м. Для Авачинской губы она составляет 2,3 м [19]. Несомненно, всё это способствует переносу грунтов и изменению береговой черты.

Поступление наносов из бассейна р. Авача достигает 730 тыс. тонн в год, причём определённая часть наносов оседает в авандельте Авачи, рост которой способствует заполнению водоёма дельтовыми осадками, которыми перекрываются морские отложения. Так в районе бух. Ягодной при удалении от

линии берега в сторону русла р. Паратунка они оцениваются от 0,4 до 2,0 мм/год. В Петропавловском ковше скорости накопления илов возрастают до 1,5-3,0 мм/год. Во фронтальной части дельты р. Авачи они увеличены до 5 мм/год и максимальны в глубоководной части Авачинской губы – 13 мм/год. Сокращению поступления песчано-обломочного материала за счёт размыва и разрушения береговой зоны способствовал режим голоценовых, а теперь и современных вертикальных движений. Несомненно, что размыв её берегов предопределён блоковым характером движений. Береговая линия у пос. Авача испытывает поднятия со скоростью 50 мм/год [20].

Мощность рыхлых отложений бухты невелика. У городского берега из-за антропогенного влияния илы доходят до глубин 14-21 м. Как правило, илы накапливаются в местах со спокойным гидродинамическим режимом, особенно в бухточках, где вследствие погружения дна мощность илов естественного происхождения достигает, по данным бурения, 5-7 м [20].

Аккумуляции и захоронению осадочного материала способствует также постоянное погружение дна центральных участков в ходе неотектонических движений, за счёт которого мощность рыхлого осадочного материала постоянно увеличивается. Правда существующее вдоль береговое течение частично выносит тонкий материал за пределы Авачинской губы, вследствие чего наиболее чистые осадки представлены песками, приуроченными именно к местам влияния вдоль берегового течения. Тем не менее, большая часть естественных осадков аккумулируется в пределах самой бухты, и прежде всего в её наиболее глубоководной части.

Выводы. Сооружение причалов и сопутствующих им коммуникаций, отсыпка территорий предприятий расположенных вдоль бухты, кроме прямого ущерба, наносимого экосистеме прибрежья уничтожением наиболее ценных в биоассимиляционном плане сообществ, нашем случае – бурой водоросли *F. distichus*, существует ещё и косвенный ущерб.

В результате отторжения части береговой зоны снижаются

биофильтрационная и биоассимиляционная способности среды, что приводит к усилению эвтрофикации прибрежных вод в целом, а это, в свою очередь, ведёт к усилению эвтрофикации и заиления как прибрежной, так и глубинной части, и, как следствие, к заморам и активизации роста микроводорослей.

Анализ количественного и качественного состава грунтов прибрежной зоны Авачинской губы в изученных районах выявил, что в структурном плане обследованная береговая полоса включает в себя четыре типа грунтов. По своему составу на литорали около 45,2 % преобладают песок, галечник и хаотично разбросанные валуны и лишь около 34,0 % приходится на валуно-глыбовые россыпи с подстилающим их песком, галькой и щебнем.

Данные о распространении грунтов прибрежной полосы Авачинской губы важны не только для прогнозирования изменений площадей поселений бурой водоросли *F. distichus*, но и для её искусственного восстановления.

Исследование выполнено при финансовой поддержке Федерального агентства по рыболовству в рамках выполнения госзадания по теме НИР № госрегистрации 121031300150-3.

Список использованной литературы:

1. *Березовская В.А.* Авачинская губа. Гидродинамический режим, антропогенное воздействие. Петропавловск-Камчатский: КГАРФ, 1999. 156 с.
2. *Мартыненко В.* Камчатский берег: историческая лоция. Петропавловск-Камчатский: Дальневост. кн. изд-во, Камчатское отделение, 1991. 190 с.
3. *Дитмар К.* Поездки и пребывание в Камчатке в 1851-1855 гг. Часть первая. Исторический отчёт по путевым дневникам. Петропавловск-Камчатский: Холдинговая компания «Новая книга», 2009. 37 с.
4. *Клочкова Н.Г., Березовская В.А.* Макрофитобентос Авачинской губы и его антропогенная деструкция. Владивосток: Дальнаука, 2001. 208 с.
5. *Спасский Н.Н.* Литораль юго-восточного побережья Камчатки // Исслед. дальневост. морей. 1961. Вып. 7. С. 261-311.
6. *Ошурков В.В., Бажин А.Г., Буяновский А.И. и др.* Видовой состав и распределение сообществ бентоса в Авачинской губе (восточная Камчатка) // Гидробиол. исслед. в Авачинской губе. Владивосток: ДВО АН СССР, 1989. С. 4-14.
7. *Кусакин О.Г., Иванова М.Б., Тараканова Т.Ф.* Состав, распределение и количественная характеристика макробентоса литорали юго-восточной Камчатки // Известия Тихоокеанского научно-исследовательского рыбохозяйственного центра. 2002. Т. 130. С. 228-265.
8. *Арэ Ф.Э.* Термоабразия морских берегов. М.: Наука, 1980. 160 с.

9. *Зенкович В.П.* Основы учения о развитии морских берегов. М.: Изд-во АН СССР, 1962. 710 с.
10. Инженерно-гидрометеорологические изыскания на континентальном шельфе. Практическое руководство / под ред. Б.Х. Глуховского. М.: Гидрометеоиздат, 1993. 377с.
11. Руководство по методам исследований и расчетов перемещения наносов и динамики берегов при инженерных изысканиях. М., 1975. 240 с.
12. *Сафьянов Г.А.* Геоморфология морских берегов. М., 1996. 400 с.
13. ГОСТ 25100-2011. Грунты. Классификация. М.: Стандартинформ, 2013. 38 с.
14. *Климова А.В., Кашутин А.Н.* Динамика состояния популяции *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в северо-восточной части Авачинской губы в 2016-2019 гг. // Актуальные проблемы освоения биологических ресурсов Мирового океана: материалы VI Международной научно-практической конференции. Владивосток: Дальрыбвтуз, 2020. С. 80-84.
15. *Кашутин, А. Н., Климова А.В., Клочкова Т.А.* Воздействие ледового покрова на межгодовые изменения состояния литоральных зарослей бурой водоросли *Fucus distichus* subsp. *evanescens* в Авачинской губе (юго-восточная Камчатка) // Вестник КамчатГТУ. 2018. № 44. С. 88-99.
16. Карты современных вертикальных движений земной поверхности на г. Петропавловск-Камчатский и прилегающие территории (по данным повторного нивелирования м-ба 1:25000 – 1:50000 – 1:100000 / Гл. редактор Ю.П. Никитенко. Хабаровск: ГУГК при СМ СССР, ПО «Дальаэрогеология», 1987. 19 с.
17. *Дмитриев В.Д., Иглин А.А.* Авачинская бухта и ее берега (вчера, сегодня, завтра) // Материалы XX Крашенинниковских чтений. Петропавловск-Камчатский, 2003. С. 49-53.
18. *Го Ч.Н., Кайстренко В.М., Симонов К.В.* Методы расчёта цунамиопасности побережий. Землетрясения и предупреждение стихийных бедствий. 27 МГК, Т. 6. М.: Наука, 1984. С. 133-140.
19. *Галкин И.Н., Левшенко В.Т. и др.* Выявление мелкой неоднородности земной коры в Авачинском заливе / В кн.: Сильные камчатские землетрясения 1971 г. Владивосток, 1975. С. 127-133.
20. *Чуян Г.Н., Селиванова О.Н., Лупикина Е.Г., Быкасов В.Е.* Особенности осадконакопления в Авачинской губе // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей. 2001. Вып. 2. С. 194-195.

References:

1. Berezovskaya V.A. *Avachinskaya guba. Gidrodinamicheskij rezhim, antropogennoe vozdejstvie* [Avacha bay. Hydrodynamic regime, anthropogenic impact]. Petropavlovsk-Kamchatsky, KGARF Publ., 1999, 156 p. (In Russian).
2. Martynenko V. *Kamchatskij bereg: istoricheskaya lociya* [Kamchatka coast: historical lottia]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Far Eastern Book Publ., Kamchatka branch, 1991, 190 p. (In Russian).
3. Ditmar K. *Poezdki i prebyvanie v Kamchatke v 1851-1855 gg. Chast' pervaya. Istoricheskij otchyot po putevym dnevnikam* [Trips and stay in Kamchatka in 1851-1855. Part one. Historical report on travel diaries]. Petropavlovsk-Kamchatsky, Novaya kniga Publ., 2009, 37 p. (In Russian).
4. Klochkova N.G., Berezovskaya V.A. *Makrofitobentos Avachinskoj guby i ego antropogennaya destrukciya* [Macrophytobenthos of Avacha Bay and its anthropogenic destruction]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 2001, 208 p. (In Russian).
5. Spassky N.N. Litoral' yugo-vostochnogo poberezh'ya Kamchatki [Littoral of the south-eastern coast of Kamchatka]. *Issledovaniya dal'nevostochnyh morej* [Research of the Far Eastern seas], 1961, iss. 7, pp. 261-311. (In Russian).

6. Oshurkov V.V., Bazhin A.G., Buyanovsky A.I. et al. *Vidovoj sostav i raspredelenie soobshchestv bentosa v Avachinskoj gube (vostochnaya Kamchatka)* [Species composition and distribution of benthic communities in Avacha Bay (eastern Kamchatka)]. *Gidrobiologicheskie issledovaniya v Avachinskoj gube* [Hydrobiological research in Avacha Bay], Vladivostok, DVO AN SSSR Publ., 1989. pp. 4-14. (In Russian).
7. Kusakin O.G., Ivanova M.B., Tarakanova T.F. Sostav, raspredelenie i kolichestvennaya harakteristika makrobentosa litorali yugo-vostochnoj Kamchatki [Composition, distribution and quantitative characteristics of macrobenthos of the littoral of South-eastern Kamchatka]. *Izvestiya Tihookeanskogo nauchno-issledovatel'skogo rybohozyajstvennogo centra* [Proceedings of the Pacific Fisheries Research Center], 2002, vol. 130, pp. 228-265. (In Russian).
8. Are F.E. *Termoabraziya morskih beregov* [Thermoabrasion of sea shores]. Moscow, Nauka Publ., 1980, 160 p. (In Russian).
9. Zenkovich V.P. *Osnovy ucheniya o razvitiya morskikh beregov* [Fundamentals of the doctrine of the development of sea coasts]. Moscow, AN SSSR Publ., 1962, 710 p. (In Russian).
10. Glukhovsky B.H. (ed.) *Inzhenerno-gidrometeorologicheskie izyskaniya na kontinental'nom shel'fe. Prakticheskoe rukovodstvo* [Engineering and hydrometeorological surveys on the continental shelf. Practical guide]. Moscow, Gidrometeoizdat Publ., 1993, 377 p. (In Russian).
11. *Rukovodstvo po metodam issledovanij i raschetov peremeshcheniya nanosov i dinamiki beregov pri inzhenernyh izyskaniyah* [Guidelines for research methods and calculations of sediment displacement and shore dynamics in engineering surveys]. Moscow, 1975, 240 p. (In Russian).
12. Safyanov G.A. *Geomorfologiya morskih beregov* [Geomorphology of sea shores]. Moscow, 1996, 400 p. (In Russian).
13. *GOST 25100-2011. Grunty. Klassifikaciya* [State Standard 25100-2011. Soils. Classification]. Moscow, Standartinform Publ., 2013, 38 p. (In Russian).
14. Klimova A.V., Kashutin A.N. Dinamika sostoyaniya populyacii *Fucus distichus* subsp. *evanescens* v severo-vostochnoj chasti Avachinskoj guby v 2016-2019 gg. [Dynamics of the state of the population of *Fucus distichus* subsp. *evanescens* in the north-eastern part of the Avacha Bay in 2016-2019]. *Materialy 6 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Aktual'nye problemy osvoeniya biologicheskih resursov Mirovogo okeana»* [Materials of the 6th International scientific and practical conference “Actual problems of the development of biological resources of the World Ocean”]. Vladivostok, Dalrybvtuz Publ., 2020, pp. 80-84. (In Russian).
15. Kashutin A.N., Klimova A.V., Klochkova T.A. Vozdejstvie ledovogo pokrova na mezhgodovye izmeneniya sostoyaniya litoral'nyh zaroslej buroj vodorosli *Fucus distichus* subsp. *evanescens* v Avachinskoj gube (yugo-vostochnaya Kamchatka) [The impact of ice cover on interannual changes in the state of littoral thickets of brown algae *Fucus distichus* subsp. *evanescens* in Avacha Bay (South-eastern Kamchatka)]. *Vestnik KamchatGTU* [Bulletin of Kamchatka State Technical University], 2018, no. 44, pp. 88-99. (In Russian).
16. Nikitenko Yu.P. (ed.) *Karty sovremennyh vertikal'nyh dvizhenij zemnoj poverhnosti na g. Petropavlovsk-Kamchatskij i prilegayushchie territorii (po dannym povtornogo nivelirovaniya masshtaba 1:25000 – 1:50000 – 1:100000* [Maps of modern vertical movements of the earth's surface on the city of Petropavlovsk-Kamchatsky and adjacent territories (according to re-leveling of the scale 1:25000 – 1:50000 – 1:100000]. Khabarovsk, GUGK, Dal'aerogeologiya Publ., 1987, 19 p. (In Russian).
17. Dmitriev V.D., Eglin A.A. Avachinskaya buhta i ee berega (vchera, segodnya, zavtra) [Avacha Bay and its shores (yesterday, today, tomorrow)]. *Materialy 20 Krasheninnikovskih chtenij* [Proceedings of the 20th Krasheninnikov readings], Petropavlovsk-Kamchatsky, 2003, pp. 49-53. (In Russian).

18. Go Ch.N., Kaistrenko V.M., Simonov K.V. *Metody raschyota cunamiopasnosti poberezhij. Zemletryaseniya i preduprezhdenie stihijnyh bedstvij* [Methods for calculating the tsunami hazard of coasts. Earthquakes and disaster prevention]. 27 MGK, vol. 6. Moscow, Nauka Publ., 1984, pp. 133-140. (In Russian).
19. Galkin I.N., Levshenko V.T. et al. *Vyyavlenie melkoj neodnorodnosti zemnoj kory v Avachinskom zalive. Sil'nye kamchatskie zemletryaseniya 1971 g.* [Identification of shallow inhomogeneity of the earth's crust in the Avacha Bay. In the book: Strong Kamchatka earthquakes of 1971]. Vladivostok, 1975, pp. 127-133. (In Russian).
20. Chuyan G.N., Selivanova O.N., Lupikina E.G., Bykasov V.E. Osobennosti osadkonakopleniya v Avachinskoj gube [Features of sedimentation in the Avacha Bay]. *Sohranenie bioraznoobraziya Kamchatki i prilegayushchih morej* [Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas], 2001, iss. 2, pp. 194-195. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Кашутин Александр Николаевич
научный сотрудник отдела науки и инноваций
Камчатский государственный технический университет
683003, Россия, Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35
kashutin-an@yandex.ru

Kashutin Aleksandr Nikolaevich
Researcher of the Department of Science and Innovation
Kamchatka State Technical University
683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya str., 35
kashutin-an@yandex.ru

Климова Анна Валерьевна
кандидат биологических наук; старший научный сотрудник отдела науки и инноваций
Камчатский государственный технический университет
683003, Россия, Петропавловск-Камчатский, ул. Ключевская, 35
annaklimovae@mail.ru

Klimova Anna Valereevna
Ph. D. (Biol.); Senior Researcher of Science and Innovation Department
Kamchatka State Technical University
683003, Petropavlovsk-Kamchatsky, Klyuchevskaya str., 35
annaklimovae@mail.ru

УДК 597.2/5:574.5(477.75) **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_50**

Мальцев В.И., Василец В.Е., Шаганов В.В., Петрова Т.Н.

РЕВИЗИЯ ВИДОВОГО СОСТАВА РЫБ ПРИБРЕЖНОГО ИХТИОКОМПЛЕКСА АКВАТОРИИ КАРАДАГСКОГО ПРИРОДНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Аннотация. В 2017 г. нами было обосновано наличие в акватории Карадагского природного заповедника (Крым) 51 вида рыб. Полученные с декабря 2019 года данные позволяют дополнить имеющийся список следующими 9 видами: атлантический землерой *Lithognathus mormyrus* (L., 1758), светлый горбыль *Umbrina cirrose* (L., 1758), малая морская мышь *Callionymis risso* Lesueur, 1814, голая песчанка *Gymnammodytes cicerellus* (Rafinesque, 1810), бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814), лысун Бата *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982, леопардовый лысун *P. marmoratus* (Risso, 1810), бычок-губан *Ponticola platyrostris* (Pallas, 1814)**,** арноглосс Кесслера *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915. Кроме того, показано наличие в ихтиопланктоне акватории икры и/или личинок 4 видов: атерины атлантической *Atherina hepsetus* L., 1758, шпрота *Sprattus sprattus* (L., 1758), бычка чёрного *Gobius niger* L., 1758 и остроноса *Chelon saliens* (Risso, 1810), не обнаруживаемых здесь другими методами. Приведен общий список видов рыб прибрежного ихтиокомплекса акватории заповедника.
Ключевые слова: видовой состав, рыбы, Черное море, Карадагский природный заповедник.

Maltsev V.I., Vasilets V.E., Shaganov V.V., Petrova T.N.

REVISION OF THE SPECIES COMPOSITION OF THE NEAR-SHORE FISH ASSEMBLAGE OF THE KARADAG NATURE RESERVE

Abstract. In 2017, we proved the presence of 51 fish species in the water area of the Karadag Nature Reserve (Crimea). The data obtained since December 2019 allow us to add the existing list with 9 following species: striped seabream Lithognathus mormyrus (L., 1758), shi drum Umbrina cirrosa (L., 1758), Risso's dragonet Callionymis risso Lesueur, 1814, Mediterranean sand eel Gymnammodytes cicerellus, round goby Neogobius melanostomus, Bath's goby Pomatoschistus bathi, marbled goby P. marmoratus (Risso, 1810), flatsnout goby Ponticola platyrostris, and scaldback Arnoglossus kessleri Schmidt, 1915. In addition, eggs and/or larvae of 4 species in the ichthyoplankton of the Karadag Reserve water area which are not detected here by other methods are found: Mediterranean sand smelt Atherina hepsetus, European sprat Sprattus sprattus (L., 1758), black goby Gobius niger L., 1758, and leaping mullet Chelon saliens (Risso, 1810). The General list of fish species of the reserve water area fish assemblage is presented.
Keywords: species composition, fish, Black Sea, Karadag Nature Reserve.

Введение

Карадагский заповедник был создан в 1979 г. для сохранения уникального природного комплекса, возникшего на остатках потухшего вулкана и окружающих его ландшафтов, включая аквальные.

Прибрежная акватория Карадагского природного заповедника составляет 809 га и характеризуется наличием почти сплошного каменисто-скалистого пояса, сложенного булыжно-галечными наносами (размер камней 10-300 см),

образованными породами вулканического происхождения. Имеются также большие глыбы и скалы, вертикально спускающиеся в море. Песчаные донные отложения у побережья существуют только в виде небольших вкраплений среди нагромождений камней, а на отдалении 100-200 м становятся преобладающим типом субстрата.

В 2017 г. нами было обосновано наличие в акватории Карадагского природного заповедника 51 вида рыб [1]. За прошедшее с 2017 г. время был обнаружен ряд видов, не вошедших в упомянутый реестр. Таким образом, **целью** нашего **исследования** стала ревизия видового состава рыб прибрежного ихтиокомплекса акватории Карадагского природного заповедника.

Материалы и методы исследования

Визуальный учет проводился согласно [2] в пределах трансект длиной 25-50 м и шириной 10 м, на отдельных участках выполнялись «маршрутные» учёты. Кроме того, с 2017 г. В.В. Шагановым проводились нерегулярные визуальные исследования путём погружения с использованием легководолазного снаряжения (аквалангa).

Кроме того, анализировался видовой состав уловов рыболовов-любителей вблизи заповедной акватории.

Сбор проб ихтиопланктона осуществлялся в июне-сентябре с помощью планктонной сети с площадью входного отверстия 0,2 м^2 способом тотальных обловов горизонта 10м – 0 м и горизонтальных поверхностных ловов. После отстаивания и концентрирования зафиксированных формалином проб они анализировались с помощью бинокулярного стереоскопического микроскопа по общепринятым методикам [3] с использованием определителей [3-5].

Порядок перечисления таксонов приводится в алфавитном порядке; латинские наименования таксонов даются в соответствии с электронной базой данных FishBase [6], русские названия даны по работе Е.Д. Васильевой [7].

Результаты исследования и их обсуждение

Полученные с декабря 2019 года данные позволяют дополнить

имеющийся список следующими видами.

Атлантический землерой *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) (Sparidae) является для Чёрного моря видом-вселенцем, проникшим сюда из Средиземного моря, где он обитает преимущественно на глубинах 50-80 м. А.Р. Болтачёв и Е.П. Карпова [8] относят его к группе эпизодически встречающихся в Чёрном море.

Первые находки этого вида в Чёрном море были сделаны у берегов Болгарии и Румынии [7, 9]. А.Р. Болтачёв с соавторами [10] сообщают об обнаружении атлантического землероя у Южного Берега Крыма в районе мыса Айя. В последние годы появляются сообщения о находках этого вида у берегов Турции [11, 12] и Кавказа [13, 14]. Вместе с тем, не было сообщений об обнаружении атлантического землероя у берегов Юго-Восточного Крыма.

Один экземпляр атлантического землероя пойман ставной сетью 6 декабря 2019 г. в акватории бухты, расположенной против «Биостанции» (Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ ИнБЮМ). Место поимки находится у западной границы Карадагского заповедника, координаты: 44º54`37`` N, 035º12`21`` E. Глубина в точке поимки – 10 м. Пойманный экземпляр (рис. 1) – двухлетка (возраст установлен по чешуе). Описанный экземпляр хранится в лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН [15].

Вторая особь атлантического землероя поймана 22 января 2020 г. ставной сетью в акватории против пгт Орджоникидзе (44º57`38`` с.ш., 35º21`05`` с.ш.) близь Феодосии (*ab* 140 мм, *ad* 115 мм, масса 27,7 г). Судя по размеру особи это, как и в первом случае, двухлетка.

Рисунок 1 – Атлантический землерой *L. mormyrus,* пойманный 06.12.2019 г., координаты: 44º54`37`` N, 035º12`21`` E (фото В.И. Мальцева)

Таким образом, есть основания добавить этот вид в список видов рыб прибрежного ихтиокомплекса акватории Карадагского природного заповедника. Кроме того, представленные данные об обнаружении атлантического землероя у берегов Юго-Восточного Крыма «замкнули круг» находок этого вида в разных частях Чёрного моря. Описываемые находки позволяют сделать вывод о распространении атлантического землероя к настоящему времени вдоль всего черноморского побережья.

Светлый горбыль *Umbrina cirros*a (L., 1758) (Sciaenidae) – вид, довольно редко встречающийся в северном Причерноморье, в частности, у крымских берегов. Внесен в Красную книгу Украины [16] и Красную книгу Краснодарского Края [17]. Придонный вид, распространёный в прибрежных водах на всём средиземноморье, может заходить в опреснённые участки. Предпочитает заливы, дно которых сложено крупными камнями и скалами, поросшими макроводорослями. До середины прошлого века изредка попадался в рыбацкие сети [18], после 1957 г. случаев обнаружения не отмечено.

В конце октября 2019 г. у границы заповедной акватории Карадагского природного заповедника был пойман один экземпляр, в дальнейшем утраченный и потому не промеренный. Ещё один, длиной 38 см и массой 287,4

г, был пойман 02 октября 2020 г. в Карадагской бухте.

Малая морская мышь *Callionymis risso* (Lesueur, 1814) (Callionymidae) – донная прибрежная рыба, предпочитает плотные песчаные грунты. Для прибрежных вод Карадага не указывалась, тем не менее, попала в список К.А. Виноградова [19] как встречающаяся в Керченском проливе. Несколько экземпляров данного вида было обнаружено В.В. Шагановым 28.08.2020 г. в бухте Биостанции на песчаном (глубина 6 м, дно песчаное). Кроме того, в июле-сентябре 2020 г. в пробах ихтиопланктона обнаруживалась икра, преимущественно живая.

Голая песчанка (рис. 2А) *Gymnammodytes cicerellus* (Rafinesque, 1810) (Ammodytidae) по данным К.А. Виноградова [19] в 1945 г. была обычным видом. В дальнейшем же данные о её нахождении в водах у Карадага отсутствовали, однако в августе 2020 г. в прибрежных водах Лисьей бухты, Карадагского природного заповедника и Тихой бухты молодь песчанки образовывала массовые скопления в пелагиали, достигая численностей 2-3 особей на $м^2$ акватории.

Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) – прибрежный донный вид, встречается на твердых донных грунтах, в частности на камнях, заросших макроводорослями. Отмечался в акватории заповедника в мае 1988 г. ([20], более поздние упоминания цитируют данный источник). В 2018-19 гг. ловился у границы заповедной акватории против причала заповедника.

Бычок-губан (рис. 2Б) *Ponticola platyrostris* (Pallas, 1814) (Gobiidae) – прибрежный донный вид, встречается на твердых донных грунтах, в частности на гальке, камнях и скалах, заросших макроводорослями. Л.П. Салехова и Н.С. Костенко [20] отмечали его в 1984 г. в бухте Биостанции (44º54`20`` N, 35º12`48`` E), после этого более 30 лет не встречался. В 2017 г. дважды отмечался В.В. Шагановым во время погружений с использованием легководолазного снаряжения – 28 июля – перед скалой Левинсона-Лессинга на глубине 2,3 м (донный грунт – гравий) и 2 августа – у Камней Кузьмича

(44º54`40`` N., 35º12`04`` E) на глубине 0,3 м (валунный навал).

Лысун Бата (рис. 2В) *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982 (Gobiidae) – вид вселенец из Средиземного моря, придонная рыба, обитает в прибрежных водах на песчаных, реже гравийных грунтах. По донным Ю.В. Мовчана [21] в 2008-2009 гг. встречался в районе Севастополя, по информации Е.Д. Васильевой [7] – попадался у побережья Абхазии и у мыса Утриш (Краснодарский край). 28.08.2020 г. обнаружен В.В. Шагановым во время погружений с использованием легководолазного снаряжения в бухте Биостанции в придонном слое воды и на дне на границе зарослей цистозиры и песка на глубине 3-6 м.

Леопардовый лысун (рис. 2Г) *P. marmoratus* (Risso, 1810) (Gobiidae) – прибрежный донный вид, держится на песчаных грунтах. Не встречался позднее 1948 г. [18] (более поздние упоминания цитируют данный источник). Обнаружен В.В. Шагановым 28.08.2020 г. в бухте Биостанции (глубина 6 м, дно песчаное).

Арноглосс Кесслера (рис. 2Д) *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 (Bothidae) – донная рыба, обитающая на песчаных и галечно-песчаных грунтах на глубинах до 7 м (зимой откочёвывает на глубины до 50-60 м. Л.П. Салехова и Н.С. Костенко [20] отмечали его в 1984 г. в бухте Карадагской, после этого более 35 лет не встречался. 28.08.2020 г. В.В. Шагановым была обнаружена единичная молодая особь данного вида длинной около 2 см в бухте Биостанции (глубина 6 м, дно песчаное). В июле-августе 2021 г. икра арноглосса регулярно встречалась в пробах ихтиопланктона.

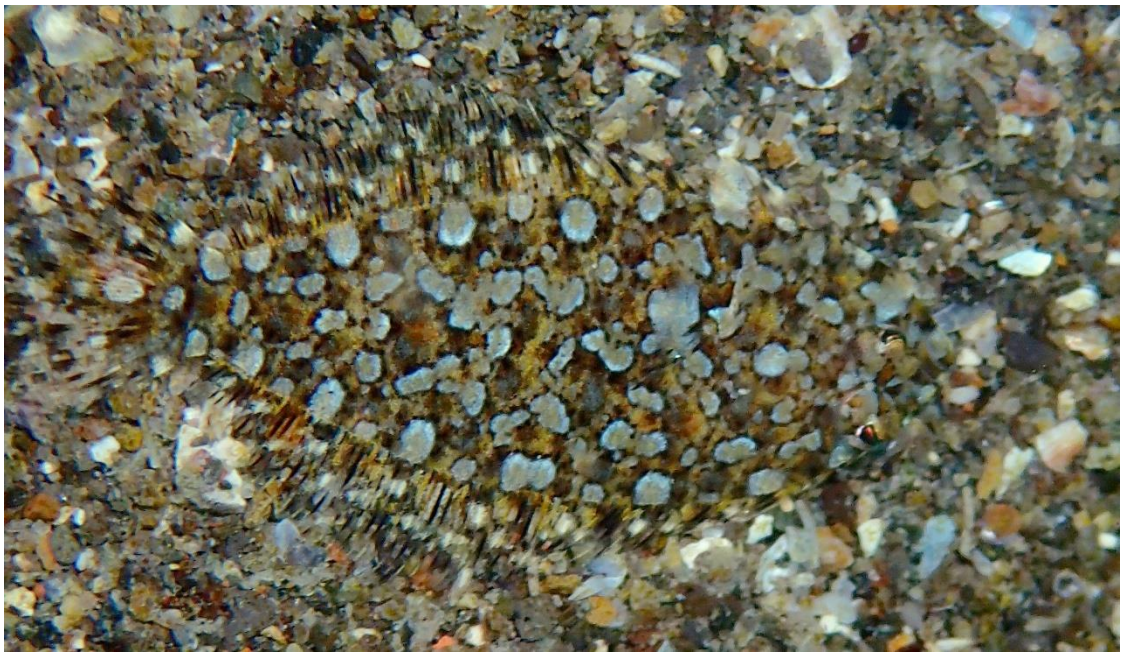
В 2020 г. в акватории Карадагского природного заповедника обнаружены икра и/или личинки ещё 4-х ранее, по крайней мере в течение 25 лет, не обнаруживаемых здесь видов (при этом постличиночных стадий обнаружено не было):

А

Б

В

Г



Д

Рисунок 2 – Виды рыб, идентифицированные в акватории Карадагского природного заповедника в 2020 г.: А – *Gymnammodytes cicerellus*, Б – *Ponticola platyrostris*, В – *Pomatoschistus bathi*, Г – *P. marmoratus*, Д – *Arnoglossus kessleri* (фото В.В. Шаганова)

Атерина атлантическая *Atherina hepsetus* L., 1758 – по данным А.Н. Смирнова [18] до 1957 г. встречалась в промысловых уловах. Нами обнаружены личинки в акватории заповедника в июльских (2020 г.) пробах ихтиопланктона.

Шпрот *Sprattus sprattus* (L., 1758) – последняя поимка взрослой особи датируется июнем 1988 г. ([20], более поздние упоминания цитируют данный источник). Т.В. Багнюкова [22] обнаружила икру в акватории заповедника в 1997 г., при этом молодь и взрослые особи не отмечены. Нами в ноябре-декабре 2020 г. в пробах ихтиопланктона из заповедной акватории обнаружены многочисленные личинки этого вида.

Бычок чёрный *Gobius niger* L., 1758 – отмечался в акватории заповедника в апреле 1988 г. ([20] Салехова, Костенко, 1989). Личинки встречены нами в заповедной акватории в июле 2020 г.

Остронос *Chelon saliens* (Risso, 1810). В 1997 г. Т.В. Багнюкова [22] обнаружила икру в акватории заповедника в 1997 г., при этом ни молоди, ни взрослых рыб не отмечалось. Нами обнаружена икра в акватории заповедника в июльских и сентябрьских (2020 г.) пробах ихтиопланктона.

Дополнительно отметим, что морская ласточка *Chromis chromis* L., 1758, ранее изредка встречавшаяся в акватории Карадагского природного заповедника в виде немногочисленной сеголетней молоди [1, 23], с 2019 г. стала здесь достаточно обычной и во взрослом состоянии.

Выводы

Таким образом, список видов рыб прибрежного ихтиокомплекса акватории Карадагского природного заповедника 2017 г. пополняется девятью видами: атлантический землерой *Lithognathus mormyrus,* светлый горбыль *Umbrina cirros*a, голая песчанка *Gymnammodytes cicerellus,* малая морская мышь *Callionymis risso,* бычок-губан *Ponticola platyrostris,* лысун Бата *Pomatoschistus bathi,* леопардовый лысун *P. marmoratus* и арноглосс Кесслера *Arnoglossus kessleri,* т.е. на сегодня можно считать подтверждённым обитание здесь 60 видов рыб:

Семейство Ammodytidae – Песчанковые

1. *Gymnammodytes cicerellus* (Rafinesque, 1810) – голая песчанка

Семейство Atherinidae – Атериновые

2. *Atherina boyeri* Risso, 1810 – атерина черноморская

Семейство Belonidae – Саргановые

3. *Belone belone* (L., 1761) – сарган

Семейство Blenniidae – Собачковые

4. *Aidablennius sphynx* (Valenciennes, 1836) – морская собачка-сфинкс

5. *Coryphoblennius galerita* (L., 1758) – хохлатая морская собачка

6. *Parablennius incognitus* (Bath, 1968) – зеленая морская собачка

7. *P. sanguinolentus* (Pallas, 1814) – морская собачка пятнистая

8. *P. tentacularis* (Brünnich, 1768) – длиннощупальцевая морская собачка

9. *P. zvonimiri* (Kolombatovic, 1892) – морская собачка Звонимира

10. *Salaria pavo* (Risso, 1810) – морская собачка-павлин

Семейство Bothidae – Ботусовые

11. *Arnoglossus kessleri* Schmidt, 1915 **–** арноглосс Кесслера

Семейство Callionymidae – Лировые

12. *Callionymus risso* Lesueur, 1814– малая морская мышь

Семейство Carangidae – Ставридовые

13. *Trachurus mediterraneus ponticus* Aleev, 1956– ставрида черноморская

Семейство Clupeidae – Сельдевые

14. *Alosa immaculata* Bennett, 1835 – сельдь черноморская

15. *Sardina pilchardus* (Walbaum, 1792) – сардина

Семейство Dasyatidae – Хвостоколовые

16. *Dasyatis pastinaca* (L., 1758) – морской кот

Семейство Engraulidae – Анчоусовые

17. *Engraulis encrasicolus* (L., 1758) – хамса

Семейство Gadidae – Тресковые

18. *Merlangius merlangus* (L., 1758) – черноморский мерланг

Семейство Gasterosteidae – Колюшковые

19. *Gasterosteus aculeatus* L., 1758 – трёхиглая колюшка

Семейство Gobiesocidae – Присосковые

20. *Lepadogaster lepadogaster* (Bonnaterre, 1788) – одноцветная рыба-присоска
21. *L. candollii* Risso, 1810 – присоска уточка

Семейство Gobiidae – Бычковые

22. *Gobius cobitis* Pallas, 1814 – бычок-кругляш
23. *G. paganellus* L., 1758 – бычок-паганель
24. *Mesogobius batrachocephalus* (Pallas, 1814) – бычок-кнут
25. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) – бычок-кругляк
26. *Pomatoschistus bathi* Miller, 1982 **–** лысун Бата
27. *P. marmoratus* (Risso, 1810) – леопардовый лысун
28. *Ponticola eurycephalus* (Kessler, 1874) – бычок-рыжик
29. *P. platyrostris* (Pallas, 1814) **–** бычок-губан

Семейство Labridae – Губановые

30. *Symphodus cinereus* (Bonnaterre, 1788) – рябчик
31. *S. ocellatus* (L., 1758) – губан глазчатый
32. *S. roissali* (Risso, 1810) – зеленушка перепёлка
33. *S. tinca* (L., 1758) – зеленушка рулена

Семейство Lotidae – Налимовые

34. *Gaidropsarus mediterraneus* (L., 1758) – налим морской

Семейство Mugilidae – Кефалевые

35. *Chelon auratus* (Risso, 1810) – сингиль
36. *Mugil cephalus* L., 1758 – лобан
37. *Planiliza haematocheila* (Temminck & Schlegel, 1845)– пиленгас

Семейство Mullidae – Султанковые

38. *Mullus barbatus* L., 1758 – султанка

Семейство Ophidiidae – Ошибневые

39. *Ophidion rochei* Muller, 1845 – ошибень

Семейство Pomacentridae – Помацентровые

40. *Chromis chromis* L., 1758 – морская ласточка

Семейство Pomatomidae – Луфаревые

41. *Pomatomus saltatrix* (L., 1766) – луфарь

Семейство Rajidae – Скатовые

42. *Raja clavata* L., 1758 – морская лисица

Семейство Sciaenidae – Горбылёвые

43. *Sciaena umbra* L., 1758 – горбыль темный

44. *Umbrina cirrosa* (L., 1758) **–** горбыль светлый

Семейство Scombridae – Скумбриевые

45. *Sarda sarda* (Bloch, 1793) – пеламида

Семейство Scorpaenidae – Скорпеновые

46. *Scorpaena porcus* L., 1758 – скорпена

Семейство Serranidae – Каменные окуни

47. *Serranus scriba* (L., 1758) – каменный окунь зебра

Семейство Soleidae – Солевые

48. *Pegusa nasuta* (Pallas, 1814) – морской язык

Семейство Sparidae – Спаровые

49. *Diplodus annularis* – (L., 1758) – ласкирь

50. *D. puntazzo* (Walbaum, 1792) – зубарик

51. *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) – атлантический землерой

52. *Spicara flexuosa* Rafinesque, 1810 – спикара, смарида

Семейство Squalidae – Катрановые

53. *Squalus acanthias* L., 1758 – катран

Семейство Syngnathidae – Игловые

54. *Hippocampus hippocampus* (L., 1758) – конёк морской

55. *Syngnathus abaster* Risso, 1827 – черноморская пухлощекая игла-рыба

56. *S. typhle* L., 1758– рыба-игла длиннорылая

Семейство Trachinidae – Морские дракончики

57. *Trachinus draco* L., 1758 – дракончик морской

Семейство Triglidae – Тригловые

58. *Chelidonichthys lucerna* (L., 1758) – тригла

Семейство Tripterygiidae – Троепёрые

59. *Tripterygion tripteronotum* (Risso, 1810) – троепёр

Семейство Uranoscopidae – Звездочётовые

60. *Uranoscopus scaber* L., 1758 – звездочет

Кроме того, показано наличие в ихтиопланктоне акватории икры и/или личинок четырёх видов: атерины атлантической A. hepsetus, шпрота S. sprattus, бычка чёрного G. niger и остроноса Ch. saliens, не обнаруживаемых здесь другими методами. Вопрос о включении их в общий список рыб, обитающих в акватории заповедника, можно будет решить после обнаружения их в ихтиопланктоне в течение по крайней мере 3-х лет.

Список использованной литературы:

1. *Мальцев В.И., Шаганов В.В., Василец В.Е.* Современное состояние ихтиокомплекса Карадагского природного заповедника // Труды Карадагской научной станции им. Т.И. Вяземского – природного заповедника РАН. 2017. Вып. 4 (2). С. 36-54.
2. *Гетьман Т.П.* Визуальные подводные наблюдения при оценке качественно-количественных показателей ихтиоцена // Экология моря. 2007. Отдельный вып. 74. С. 13-17.
3. *Дехник Т.В.* Ихтиопланктон Черного моря. Киев: Наукова думка, 1973. 235 с.
4. Указания по определению пелагических личинок и мальковых рыб Черного моря. Керчь. Б/и, 1989. 126 с.
5. *Rodriguez J.M., Alemany F., Garcia A.* A guide to the eggs and larvae of 100 common Western Mediterranean sea bony species // Food and agriculture organization of the United Nations. Rome, 2017. 256 p.
6. FishBase. URL: http://www.fishbase.org (дата обращения: 07.04.2021).
7. *Васильева Е.Д.* Рыбы Чёрного моря. Определитель морских, солоноватоводных, эвригалинных и проходных видов с цветными иллюстрациями, собранными С. В. Богородским. М.: ВНИРО, 2007. 238 с.
8. *Болтачёв А.Р., Карпова Е.П.* Фаунистическая ревизия чужеродных видов рыб в Чёрном море // Российский журнал биологических инвазий. 2014. № 3. С. 2-25.
9. *Stanciu M., Ilie G. Lithognatus mormyrus*, a new species of Sparidae at the Romanian littoral / // Pontus Euxinus, Studiisicercetari CSMN-Constanta, 1980. P. 107-110.
10. *Болтачёв А.Р. Карпова Е.П., Кирин М.П.* Первая находка землероя атлантического *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae) в черноморской прибрежной зоне Крыма // Морський екологічний журнал. 2013. Т. 12. № 4. С. 96.
11. *Semih Engin, Arif Can Keskin, Tolga Akdemir, Dilruba Seyhan*. Occurrence and New Geographical Record of Striped Seabream *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) in the Turkish Coast of Black Sea // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2015. Vol. 15. P. 937-940. DOI: 10.4194/1303-2712-v15_4_18.
12. *Aydin M.* Mırmır Balığının (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) Karadeniz'deki Varlığı. Presence of the Striped Seabream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) in the Black Sea // Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences. 2017. Vol. 3. Iss. 1. P. 49-54. URL: https://www.researchgate.net/publication/321097453_Presence_of_the_Striped_Seabream_

Lithognathus_mormyrus_L_1758_in_the_Black_Sea (дата обращения: 07.04.2021).
13. *Гуськов Г.Е., Живоглядов А.А., Чепурная Т.А., Шиманская Е.И.* Обнаружение атлантического землероя *Lithognathus mormyrus* в сетных уловах у кавказского побережья Российской Федерации // Современные проблемы науки и образования. 2017. № 5. URL: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26839 (дата обращения: 07.04.2021).
14. *Guchmanidze A., Boltachev A.* Notification of the first sighting of sand steenbra *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) and modern species diversity of the family Sparidae at the Georgian and Crimean Black sea coasts J. Black sea // Mediterranean Environment. 2017. № 23 (1). P. 48-55.
15. *Мальцев В.И., Василец В.Е.* Первое обнаружение атлантического землероя *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) у берегов юго-восточного Крыма // Биологическое разнообразие: изучение, сохранение, восстановление, рациональное использование Материалы II Международной научно-практической конференции (Керчь, 27-30 мая 2020 г.). Симферополь: АРИАЛ, 2020. С. 621-626.
16. Червона книга України: Тваринний світ (під ред. І.А. Акімова). Київ: Глобалконсалтинг, 2009. 600 с.
17. Красная книга Краснодарского края. Животные. III издание / Отв. ред. А.С. Замотайлов, Ю.В. Лохман, Б.И. Вольфов. Краснодар: Адм. Краснодар. края, 2017. 720 с.
18. *Смирнов А.Н.* Материалы по биологии рыб Черного моря в районе Карадага // Тр. Карадагской биологической станции. 1959. Вып. 15. С. 31-109.
19. *Виноградов К.А.* Список рыб Черного моря, встречающихся в районе Карадагской биологической станции, с замечаниями об их биологии и экологии // Тр. Карадагской биол. станции. 1949. Вып. 7. С. 76-106.
20. Салехова Л.П., Костенко Н.С. Рыбы // Флора и фауна заповедников СССР. Фауна Карадагского заповедника (паразитофауна рыб; рыбы; земноводные и пресмыкающиеся; птицы; млекопитающие). М.: Производственно-издательский комбинат ВИНИТИ, 1989. С. 21-33.
21. *Мовчан Ю.В.* Риби України. Київ: Золоті ворота, 2011. 420 с.
22. *Багнюкова Т.В.* Ихтиофауна // Карадагский природный заповедник. Летопись природы, 1997. Карадаг, 1998. С. 57-65.
23. *Смирнов Д.Ю.* Обнаружение мальков морской ласточки Chromis chromis (Perciformes: Pomacentridae) у побережья Карадагского природного заповедника // Морський екологічний журнал. 2013. Т. XII. Вып. 1. С. 26.

References:

1. Maltsev V.I., Shaganov V.V., Vasilets V.E. Sovremennoye sostoyaniye ikhtiokompleksa Karadagskogo prirodnogo zapovednika [Current state of the ichthyo-complex of the Karadag Nature Reserve]. *Trudy Karadagskoy nauchnoy stantsii im. T.I. Vyazemskogo – prirodnogo zapovednika RAN* [Proceedings of T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS], 2017, issue 4 (2), pp. 36-54 (In Russian).
2. Get'man T.P. *Vizual'nyye podvodnyye nablyudeniya pri otsenke kachestvenno-kolichestvennykh pokazateley ikhtiotsena* [Visual underwater observations in assessing the qualitative and quantitative indicators of the ichthyocene]. *Ekologiya morya* [Ecology of Sea], 2007, separate issue 74, pp. 13-17 (In Russian).
3. Dekhnik T.V. *Ikhtioplankton Chernogo morya* [Ichthyoplankton of the Black Sea]. Kiev, Naukova Dumka Publ., 1973, 235 p. (In Russian).
4. *Ukazaniya po opredeleniyu pelagicheskikh lichinok i mal'kovykh ryb Chernogo morya*. [Guidelines for the identification of pelagic larvae and juvenile fish of the Black Sea]. Kerch, No-Publ., 1989, 126 p. (In Russian).
5. Rodriguez J.M., Alemany F., Garcia A. A guide to the eggs and larvae of 100 common Western

Mediterranean sea bony species. *Food and agriculture organization of the United Nations*, Rome, 2017, 256 p.
6. FishBase (In English). Available at: http://www.fishbase.org (дата обращения: 07.04.2021).
7. Vasil'eva E. D. *Ryby Chornogo morya. Opredelitel' morskikh, solonovatovodnykh, evrigalinnykh i prokhodnykh vidov s tsvetnymi illyustratsiyami, sobrannymi S. V. Bogorodskim* [Fish of the Black Sea. Key to Marine, Brackish-Water, Euryhaline and Anadromous Species with color illustrations collected by S.V. Bogorodsky]. Moscow: VNIRO Publ., 2007, 238 p. (In Russian).
8. Boltachev A.R., Karpova E.P. Faunisticheskaya reviziya chuzherodnykh vidov ryb v Chornom more [Faunistic revision of alien fish species in the Black sea]. *Rossiyskiy zhurnal biologicheskikh invaziy* [Russian Journal of Biological Invasions], 2014, no. 3, pp. 2-25 (In Russian).
9. Stanciu M., Ilie G. *Lithognatus mormyrus*, a new species of Sparidae at the Romanian littoral. *Pontus Euxinus, Studiisicercetari CSMN-Constanta*, 1980, pp. 107-110. (In English).
10. Boltachev A.R., Karpova E.P., Kirin M.P. Pervaya nakhodka zemleroya atlanticheskogo *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae) v chernomorskoy pribrezhnoy zone Kryma [The first find of the sand steenbras *Lithognathus mormyrus* (L., 1758) (Osteichthyes, Sparidae) in the Black sea coastal zone of the Crimea]. *Mors'kiy ekologíchniy zhurnal* [Marine Ecological Journal], 2013, vol. 12, no. 4, p. 96 (In Russian).
11. Semih Engin, Arif Can Keskin, Tolga Akdemir, Dilruba Seyhan. Occurrence and New Geographical Record of Striped Seabream *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) in the Turkish Coast of Black Sea. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences*, 2015, vol. 15, pp. 937-940. (In English). DOI: 10.4194/1303-2712-v15_4_18
12. Aydin M. Mırmır Balığının (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) Karadeniz'deki Varlığı. Presence of the Striped Seabream (*Lithognathus mormyrus* L., 1758) in the Black Sea. *Turkish Journal of Maritime and Marine Sciences*, 2017, vol. 3, issue 1, pp. 49-54 (In Turkish). Available at: https://www.researchgate.net/publication/321097453_Presence_of_the_Striped_Seabream_Lithognathus_mormyrus_L_1758_in_the_Black_Sea (accessed 07.04.2021).
13. Gus'kov G.E., Zhivoglyadov A.A., Chepurnaya T.A., Shimanskaya E.I. Obnaruzheniye atlanticheskogo zemleroya *Lithognathus mormyrus* v setnykh ulovakh u kavkazskogo poberezh'ya Rossiyskoy Federatsii [Detection of the sand steenbras Lithognathus mormyrus in net catches near the Caucasian coast of the Russian Federation]. *Sovremennyye problemy nauki i obrazovaniya* [Modern problems of science and education], 2017, no. 5 (In Russian). Available at: http://www.science-education.ru/ru/article/view?id=26839 (accessed 07.04.2021).
14. Guchmanidze A., Boltachev A. Notification of the first sighting of sand steenbra *Lithognathus mormyrus* (Linnaeus, 1758) and modern species diversity of the family Sparidae at the Georgian and Crimean Black sea coasts J. Black sea. *Mediterranean Environment*, 2017, no. 23 (1), pp. 48-55. (In English).
15. Maltsev V.I., Vasilets V.E. Pervoye obnaruzheniye atlanticheskogo zemleroya Lithognathus mormyrus (Sparidae) u beregov yugo-vostochnogo Kryma [First detection of the stripted Sea Bream *Lithognathus mormyrus* (Sparidae) off the coast of South-Eastern Crimea] *Materialy 2 Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii Kerch', 27-30 maya 2020 goda «Biologicheskoye raznoobraziye: izucheniye, sokhraneniye, vosstanovleniye, ratsional'noye ispol'zovaniye»* [Proceedings of the 2nd International Scientific and Practical Conference "Biological Diversity: Study, Conservation, Restoration, Rational Use" (Kerch, May 27-30, 2020)]. Simferopol, ARIAL Publ., 2020, pp. 621-626. (In Russian).
16. Akimov I.A. (ed.) *Chervona knyha Ukrayiny: Tvarynnyy svit* [Red book of Ukraine: Animal world]. Kyiv, Globalconsulting Publ., 2009, 600 p. (In Ukrainian).
17. Zamotailov A.S., Lokhman Yu.V., Wolfov B.I. (eds.) *Krasnaya kniga Krasnodarskogo kraya. Zhivotnyye. III izdaniye* [Red Data Book of the Krasnodar Kray. Animals. 3rd ed.]. Krasnodar, Krasnodarsky kray Administration Publ., 2017, 720 p. (In Russian).

18. Smirnov A.N. Materialy po biologii ryb Chernogo morya v rayone Karadaga [Materials on the biology of fish of the Black sea near the Karadag]. *Trudy Karadagskoy biologicheskoy stantsii* [Proceedings of the Karadag Biological Station], 1959, issue 15, pp. 31-109 (In Russian).
19. Vinogradov K.A. *Spisok ryb Chernogo morya, vstrechayushchikhsya v rayone Karadagskoy biologicheskoy stantsii, s zamechaniyami ob ikh biologii i ekologii* [List of Black sea fishes found at the area of the Karadag Biological Station with comments on their biology and ecology]. *Trudy Karadagskoy biologicheskoy stantsii* [Proceedings of the Karadag Biological Station], 1949, issue 7, pp. 76-106 (in Russian).
20. Salekhova L.P., Kostenko N.S. Ryby [Pisces]. *Flora i fauna zapovednikov SSSR. Fauna Karadagskogo zapovednika (parazitofauna ryb; ryby; zemnovodnyye i presmykayushchiyesya; ptitsy; mlekopitayushchiye)* [Flora and fauna of the reserves of the USSR. Fauna of the Karadag Reserve (parasitic fauna of pisces; pisces; amphibians and reptiles; birds; mammals)]. Moscow, VINITI Publ., 1989, pp. 21-33 (In Russian).
21. Movchan Yu.V. *Ryby Ukrayiny* [Pisces of Ukraine]. Kyiv, Zoloti Vorota Publ., 2011, 420 p. (In Ukrainian).
22. Bagnyukova T.V. Ikhtiofauna. [Ichthyofauna]. *Karadagskiy prirodnyy zapovednik. Letopis' prirody, 1997* [Karadag Natural Reserve. Chronicle of Nature, 1997]. Karadag Publ., 1998, pp. 57-65 (In Russian).
23. Smirnov D.Yu. Obnaruzheniye mal'kov morskoy lastochki *Chromis chromis* (Perciformes: Pomacentridae) u poberezh'ya Karadagskogo prirodnogo zapovednika [Detection of the Mediterranean *chromis Chromis chromis* fry (Perciformes: Pomacentridae) off the coast of the Karadag nature reserve]. *Mors'kiy ekologichniy zhurnal* [Marine Ecological Journal], 2013, volume XII, issue 1, p. 26. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Мальцев Владимир Иннокентьевич
канд. биол. наук, старший научный сотрудник лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов
Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ «ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН»
298188, Республика Крым, г. Феодосия, п. Курортное, ул. Науки, 24
доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
maltsev1356@gmail.com

Maltsev Vladimir Innokentiyevich
Ph.D. (Biol.), Senior Researcher of the Laboratory of Biochemistry and Physiology of Aquatic Organisms
T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS
298188, Republic of Crimea, Feodosia, Kurortnoye stlm., Nauki str., 24
Associate Professor at the Department of Aquatic Bioresources and Mariculture
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
maltsev1356@gmail.com

Василец Вера Евгеньевна
инженер лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов
Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ «ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН»
298188, Республика Крым, г. Феодосия, п. Курортное, ул. Науки, 24
vera1606vera@yandex.ru

Vasilets Vera Evgenievna
Engineer of the Laboratory of Biochemistry and Physiology of Aquatic Organisms
T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS
298188, Republic of Crimea, Feodosia, Kurortnoye stlm., Nauki str., 24
vera1606vera@yandex.ru

Шаганов Виктор Викторович
канд. биол. наук, доцент кафедры водных биоресурсов и марикультуры
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
vshaganov@yandex.ru

Shaganov Viktor Viktorovich
Ph.D. (Biol.), Associate Professor at the Department of Aquatic Bioresources and Mariculture
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
vshaganov@yandex.ru

Петрова Татьяна Николаевна
инженер лаборатории биохимии и физиологии гидробионтов, Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН – филиал ФГБУН ФИЦ «ИнБЮМ им. А.О. Ковалевского РАН»
298188, Республика Крым, г. Феодосия, п. Курортное, ул. Науки, 24
магистрант направления подготовки «Водные биоресурсы и аквакультура»
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
tanysha_07011977@mail.ru

Petrova Tatyana Nikolaevna
Engineer of the Laboratory of Biochemistry and Physiology of Aquatic Organisms
T.I. Vyazemsky Karadag Scientific Station – Nature Reserve of the RAS – Branch of A.O. Kovalevsky Institute of Biology of the Southern Seas of RAS
298188, Republic of Crimea, Feodosia, Kurortnoye stlm., Nauki str., 24
Master`s student at the Department of Aquatic Bioresources and Mariculture
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
tanysha_07011977@mail.ru

УДК 597.585.1(262.5+262.54) **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_66**

Милованов А.И., Ефанов А.Д.

БИОЛОГИЧЕСКИЕ ПАРАМЕТРЫ ПОПУЛЯЦИИ БЫЧКА-КРУГЛЯКА (*NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* PALLAS, 1814) В ПРОМЫСЛОВЫХ УЛОВАХ ИЗ КЕРЧЕНСКОГО ПРОЛИВА С 2014 ПО 2019 ГГ.

Аннотация. Представлен анализ данных уловов пассивными орудиями лова, установленными в Керченском проливе в 2014 и 2019 гг. Сравнение промыслово-биологических показателей бычка-кругляка *Neogobius melanostomus* показало, что размерно-весовые показатели самцов бычка-кругляка в 2019 г. были достоверно выше таковых в 2014 г. Размерно-весовые показатели самок и их темп роста достоверно не отличались. Соотношения самцов и самок как в 2014 г., так и в 2019 г. были близки 1:1. При сравнении возрастной структуры уловов в 2019 г. наблюдалось снижение доли сеголетков с 9,4 до 1,5 % и увеличение количества самок в возрасте 2+ с 14,8 до 26,2 %. Исчезновение из размерного ряда 2019 г. мелких особей и наблюдаемое перераспределение в возрастной структуре уловов бычка-кругляка может свидетельствовать о том, что в указанный период имело место некоторое ухудшение условий воспроизводства бычка-кругляка.
Ключевые слова: *Neogobius melanostomus*, Керченский пролив, размерный состав, возрастной состав, соотношение полов, темп роста.

Milovanov A.I., Efanov A.D.

BIOLOGICAL PARAMETERS OF THE ROUND GOBY (*NEOGOBIUS MELANOSTOMUS* PALLAS, 1814) POPULATION IN COMMERCIAL CATCHES FROM THE KERCH STRAIT FROM 2014 TO 2019

Abstract. The data of catches by passive fishing gear installed in the Kerch Strait in 2014 and 2019 have been analyzed. A comparison of the biological parameters of the round goby *Neogobius melanostomus* showed that the mean length and weight of the round goby males in 2019 were significantly higher than those in 2014. Length and weight parameters of the females and their growth rate did not differ to a considerable extent. The sex ratio in both 2014 and 2019 was close to 1:1. While comparing the age structure of catches, it was found out that in 2019 there was a decrease in the proportion of fingerlings from 9.4 to 1.5 %, and an increase in the number of females aged 2+ from 14.8 to 26.2 %. Disappearance of small-sized specimens from the size range in 2019 and the observed redistribution in the age structure of the round goby catches may indicate that there has been some deterioration in the reproduction conditions of the investigated species.
Keywords: *Neogobius melanostomus*, Kerch Strait, length composition, age composition, sex ratio, growth rate.

Введение. Бычки (сем. Gobiidae) в Керченском проливе составляют основу прибрежной оседлой ихтиофауны как по количеству видов, так и по количественной представленности. Поскольку бычки ведут оседлый образ жизни, они более зависимы от характера и состояния окружающей среды и ее изменений, что дает возможность использовать их в качестве биоиндикаторов. Влияние негативных факторов на популяцию может проявляться у рыб, в

частности, в изменении популяционных показателей, таких как размерно-массовый и возрастной состав. В то же время изменение популяционных показателей может быть следствием воздействия на рыб такого внешнего фактора, как промысловый лов.

В Керченском проливе бычки прилавливаются в пассивные орудия лова (ставные невода и вентери) при промысле других видов водных биоресурсов [1]. Бычок-кругляк является среди них наиболее массовым, а его уловы в отдельные периоды года (апрель-май) могут достигать 11 кг/вентерь в сутки [2].

Бычок-кругляк *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) является наиболее широко распространенным представителем семейства Gobiidae в Азово-Черноморском бассейне [3, 4]. Особи именно этого вида бычков составляют основу всех уловов бычков, добываемых с помощью промысловых орудий как в Азовском море [5, 6], так и в Черном море [7].

Целью исследования было сравнение основных промыслово-биологических показателей бычка-кругляка в уловах пассивных орудий лова, установленных в Керченском проливе в 2014 и 2019 гг.

Материалы и методы исследования. Материалом для настоящей работы послужили сборы из уловов ставных неводов (хамсово-тюлечных с ячеей 6,5 мм и ставридо-барабулечных с ячеей 10-14 мм) и креветочных вентерей (ячея 8 мм), установленных в различных участках западного побережья Керченского пролива в 2014 и 2019 гг. Глубина в местах постановки ставных неводов находилась в диапазоне от 4,5 до 6,5 м, а удаленность ставных неводов от берега – от 300 до 650 м. Креветочные вентери устанавливались в прибрежной зоне с глубиной до 1,5 м. Максимальная удаленность вентеря от береговой линии равнялась 42 м. Места установки различных орудий лова указаны на карте-схеме района исследований (рис. 1).

Биологический анализ рыб проводился по стандартной ихтиологической методике [8, 9]. У рыб измерялась промысловая длина с точностью до 0,1 см, а

масса – с точностью до 0,1 г. Возраст бычков определялся по отолитам согласно методике В.А. Костюченко [10].

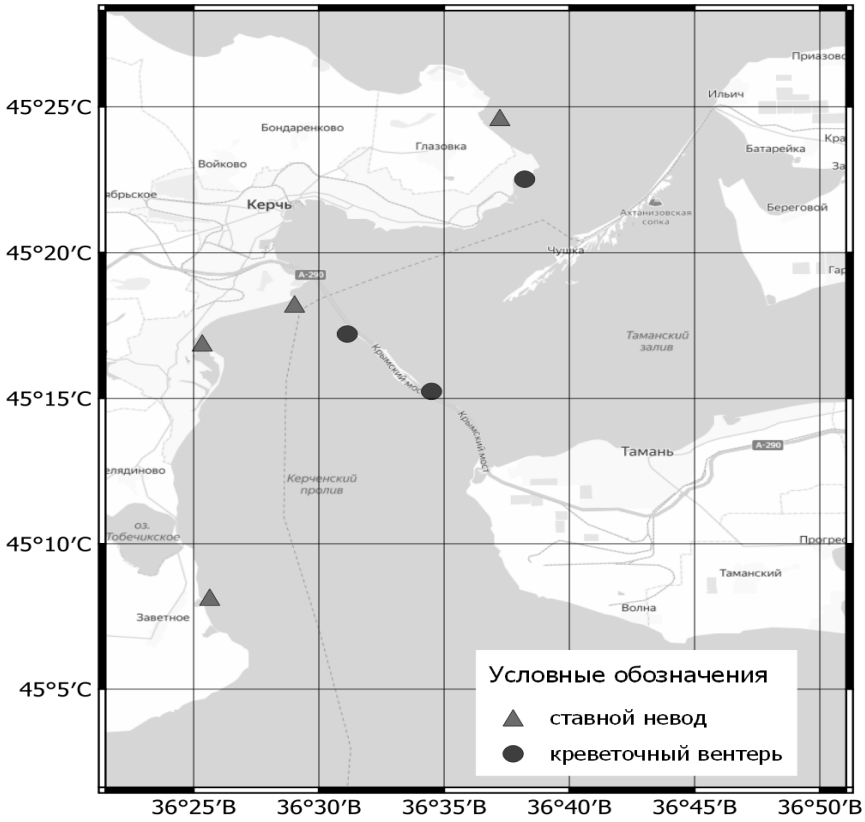
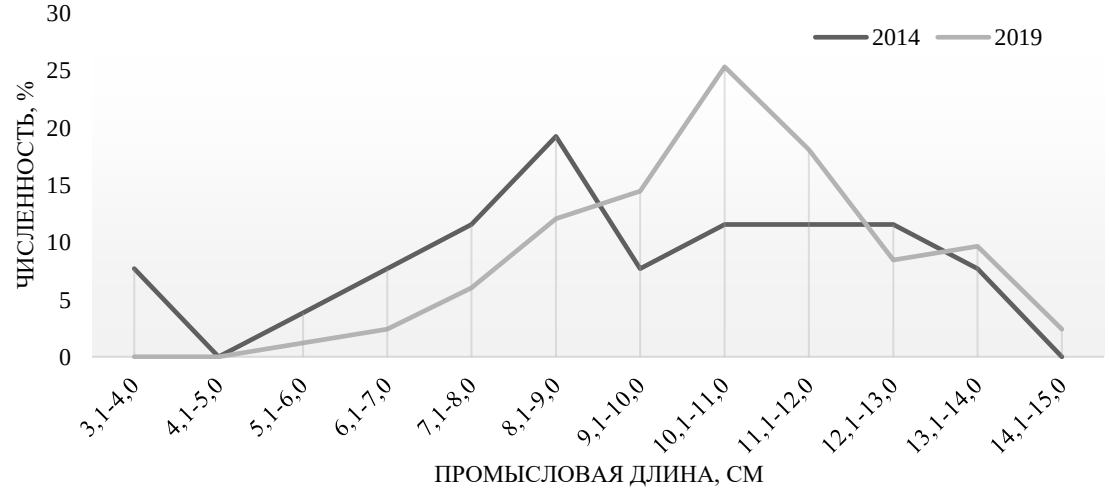


Рисунок 1 – Места отбора проб из уловов пассивных орудий лова разного типа в 2014 и 2019 гг.

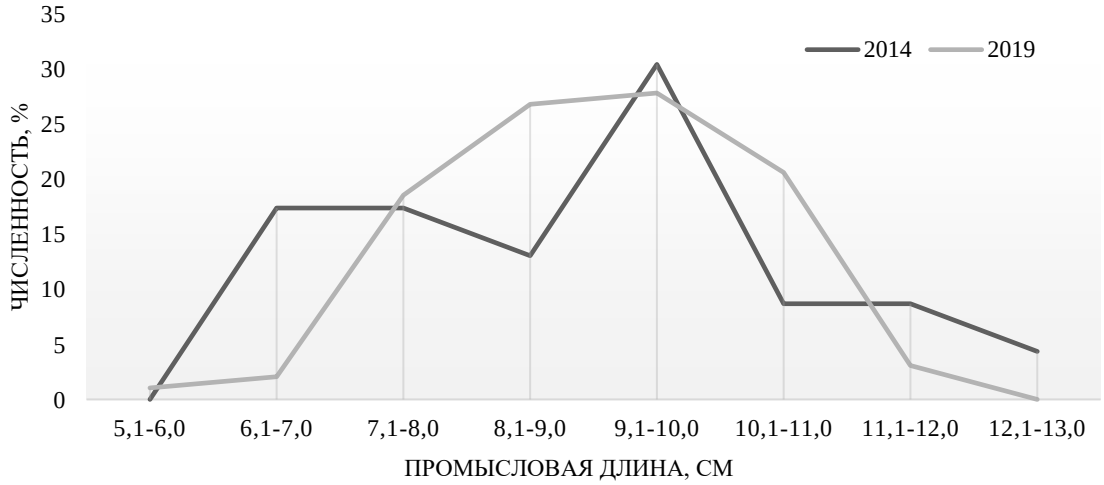
Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью редактора электронных таблиц MS Excel и в среде анализа данных R. [11].

Результаты исследования и их обсуждение. Полученные в ходе исследований материалы позволили проанализировать такие показатели бычка-кругляка в уловах как его размерно-массовый состав, половая структура и возрастной состав.

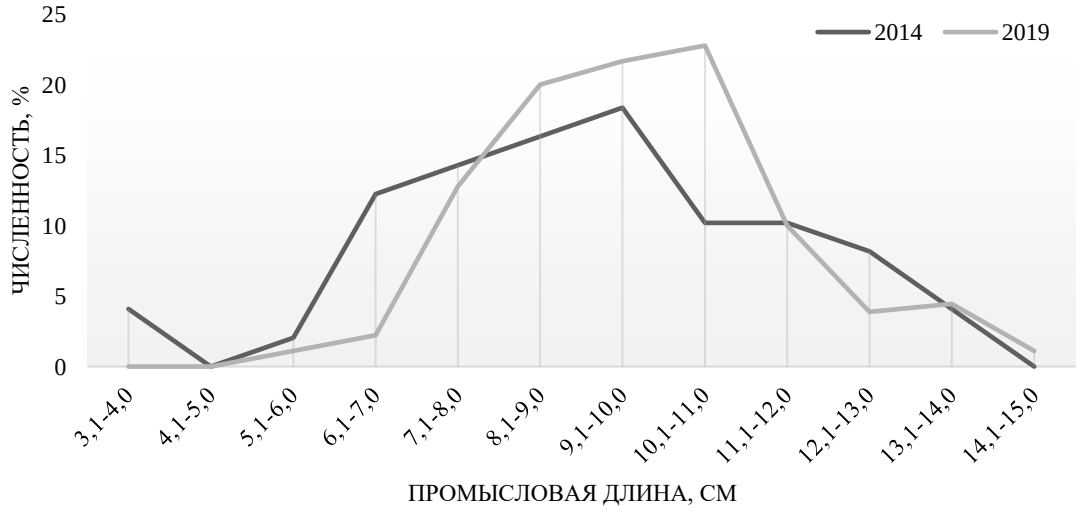
На рис. 2а, 2б и 2в приведены графики размерного состава бычка-кругляка в уловах пассивных орудий лова из Керченского пролива в 2014 и 2019 гг.



а



б



в

Рисунок 2 – Сравнение размерного состава бычка-кругляка в Керченском проливе в 2014 и 2019 гг.:

а – самцы, б – самка, в – оба пола.

В 2014 г. длина самцов бычка-кругляка в уловах пассивных орудий лова колебалась от 3,4 до 14,0 см, а индивидуальная масса – от 1,0 до 81,0 г. У самок пределы колебания значений длины и массы составляли 5,5-12,6 см и 4,0-47,5 г. Средние показатели длины для самцов и самок при этом равнялись 9,3 см и 8,9 см соответственно.

По данным 2019 г. самцы в уловах имели длину от 5,8 до 14,2 см и массу от 4,0 до 90,0 г при средних показателях 10,5 см и 27,0 г. Длина самок колебалась в пределах 6,6-11,7 см, а масса – от 7,0 до 42,0 г, при средних величинах 9,1 см и 20,1 г.

Таким образом, размерный ряд бычка-кругляка в уловах 2014 г. несколько шире, как у самцов, так и у самок.

Проведенное сравнение средних годовых показателей с помощью t-теста показало, что показатели самцов по данным 2014 г. были достоверно ниже таковых по материалам 2019 г. Данные по обоим полам совокупно также говорят о том, что в 2019 г. рыба в уловах была несколько крупнее. При этом достоверность различий в показателях длины и массы самок не подтверждена.

Анализ соотношения самцов и самок бычка-кругляка в сборах разных лет показал, что в уловах в 2014 г. преобладали самцы, доля которых по численности равнялась 53 %. В уловах 2019 г. выявлено преобладание самок (54 %) (рис. 3). В целом можно заключить, что данные изменения незначительны и являются следствием случайных колебаний, а само соотношения самцов и самок осталось близким к равному, что характерно для популяции бычка-кругляка в стабильном состоянии.

Преобладающей возрастной группой в уловах как в 2014 г., так и в 2019 г. были особи в возрасте 1…1+, доля которых для указанных годов равнялась 68,8% и 73,0 % соответственно (рис. 4в).

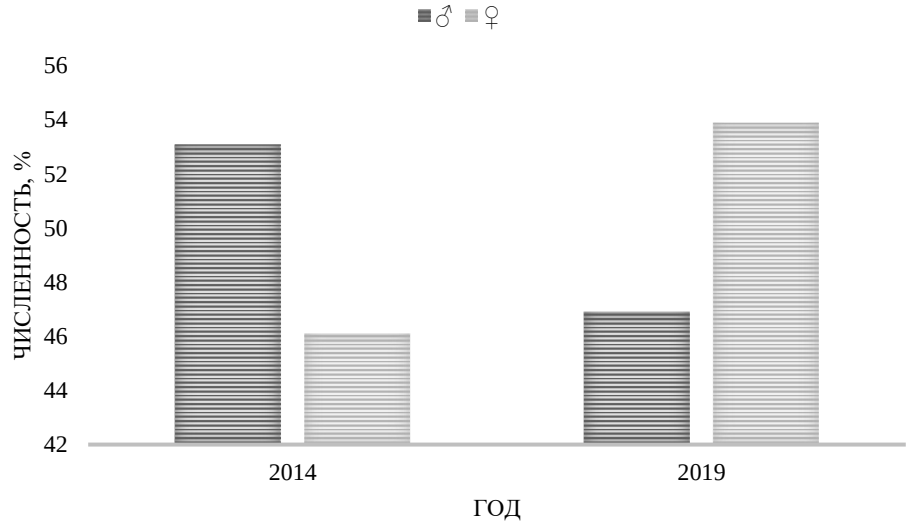
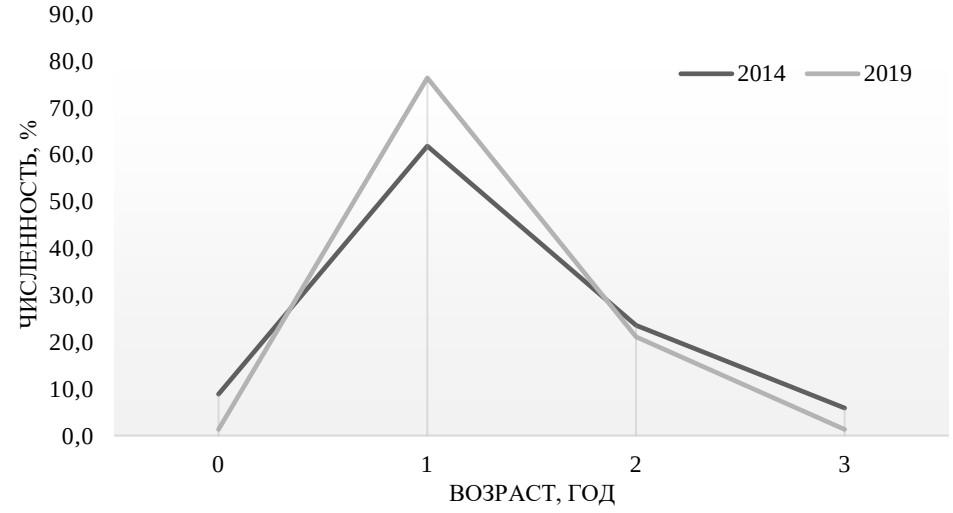


Рисунок 3 – Сравнение соотношения самцов и самок бычка-кругляка в уловах пассивных орудий лова в Керченском проливе в 2014 и 2019 гг.

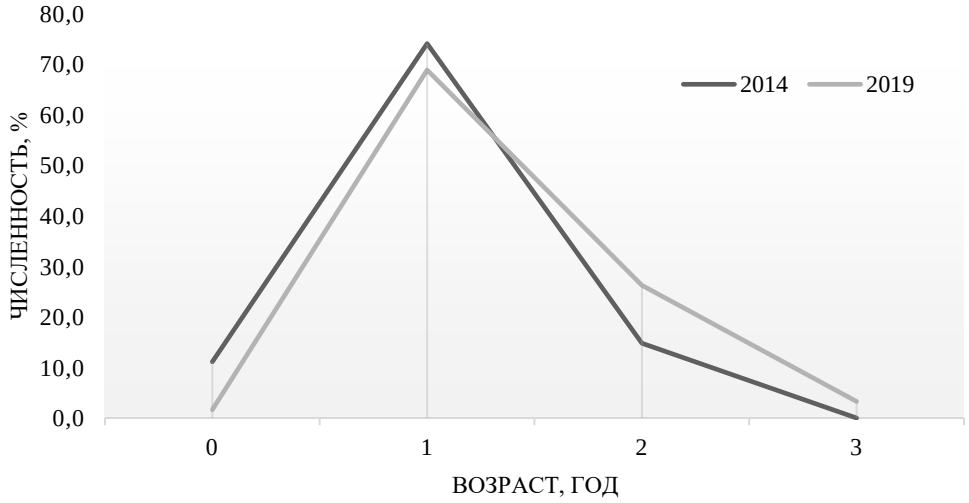
При сравнении возрастной структуры уловов бычка-кругляка можно увидеть, что, хотя в целом картина 2014 г. и 2019 г. совпадает (рис. 4в), в уловах 2019 г. наблюдается снижение доли сеголетков с 9,4 % до 1,5 %. При этом также видно, что в уловах 2019 г. заметно увеличилось количество самок в возрасте 2+ с 14,8 до 26,2 % (рис. 4 б).

Такое перераспределение в возрастной структуре бычка-кругляка в уловах, с одной стороны, может быть обусловлено изменением избирательности используемых орудий лова. Однако такая картина в перераспределении долей возрастных групп в уловах наблюдается лишь у самок, а в возрастной структуре самцов такие изменения отсутствуют.

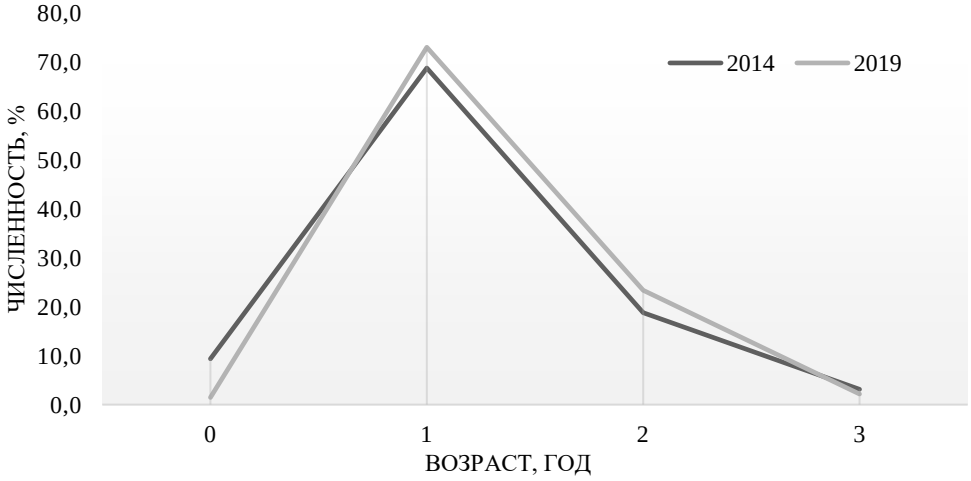
В связи с этим мы считаем, что такое перераспределение соотношения возрастных групп может говорить о том, что в наблюдаемый период имело место ухудшение условий воспроизводства бычка-кругляка и, как следствие, некоторое старение популяции. Отсутствие прироста доли старших возрастных групп самцов может в таком случае объясняться разными уровнями естественной смертности самцов и самок бычка-кругляка.



а



б



в

Рисунок 4 – Возрастной состав бычка-кругляка в уловах пассивных орудий лова из Керченского пролива в 2014-2019 гг.:
а – самцы, б – самки, в – оба пола

Сравнение темпов роста бычка-кругляка в Керченском проливе в начале и конце периода наблюдений (табл. 1) показало, что средние показатели старших возрастных групп самцов бычка-кругляка в 2019 г. были несколько выше таковых в 2014 г. При сравнении средних показателей у самок и средних показателей бычка-кругляка без учета пола статистически значимых изменений не выявлено.

Таблица 1 – Средние длина и масса возрастных групп бычка-кругляка из уловов пассивных орудий лова в Керченском проливе в 2014 и 2019 гг.

Год наблюдений		2014	2019	2014	2019	2014	2019
Пол		♂♂		♀♀		♂♀	
0+	SLср., см	6,1	5,8	5	5,6	5,5	5,7
	Wср., г	5,2	4,2	2,9	4,0	3,8	4,1
1+	SLср., см	9,7	10,2	9,1	8,7	9,3	9,6
	Wср., г	22,1	27,1	18,9	16,0	19,8	21,8
2+	SLср., см	11	12,8	9,9	10,2	10,7	11,4
	Wср., г	32,7	57,1	24,6	26,4	30,7	38,0
3+	SLср., см	13	13,8	10,4	10,7	11,6	11,5
	Wср., г	55,2	73,1	28,8	30,7	39,6	39,0

Выводы. Сравнение собранных материалов по промыслово-биологическим показателям бычка-кругляка в промысловых уловах из Керченского пролива в 2014 и 2019 гг. показало, что размерно-весовые показатели самцов бычка-кругляка в 2019 г. были достоверно выше таковых по данным 2014 г. Размерно-весовые показатели самок и их темп роста достоверно не отличались.

В то же время произошло некоторое сужение диапазона длины рыб в уловах 2019 г. по сравнению с данными 2014 г.

В результате исследований также были выявлены некоторые изменения в возрастной структуре уловов бычка-кругляка в Керченском проливе. Доля сеголетков по данным для обоих полов совокупно снизилась с 9,4 до 1,5 %, а среди самок заметно выросла доля трехлеток.

Исчезновение из размерного ряда мелких особей и наблюдаемые перераспределения в возрастной структуре уловов бычка-кругляка может

говорить о том, что имеет место некоторое ухудшение условий воспроизводства бычка-кругляка. В настоящее время авторы полагают, что для выяснения причин наблюдаемого уменьшения количества сеголетков в уловах промысловых орудий лова из Керченского пролива необходимо продолжить мониторинг прибрежного промысла.

Список использованной литературы:

1. *Милованов А.И., Ефанов А.Д., Пашаян В.Э.* Видовой состав бычков в уловах пассивных орудий лова в Керченском проливе // Актуальные проблемы биоразнообразия и природопользования: материалы II Национальной научно-практической конференции (г. Керчь, 15-17 мая 2019 г.). Симферополь: ИТ «АРИАЛ», 2019. С. 603-607.
2. Керченская авария: последствия для водных экосистем / Под ред. И.Г. Корпаковой, С.А. Агапова. Ростов н/Д: ФГУП АзНИИРХ, 2008. С. 191-193.
3. *Kottelat M., Freyhof J.* Handbook of European freshwater fishes. Cornol, Switzerland, Berlin, Germany: Kottelat & Freyhof, 2007. 646 p.
4. *Pinchuk V.I., Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P., Miller P.J. Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814) // The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 1. Wiebelsheim: AULA-Verlag GmbH, 2003g. Vol. 8/1. P. 293-345.
5. *Васильева Е.Д., Лужняк В.А.* Рыбы бассейна Азовского моря. Ростов н/Д: Изд-во ЮНЦ РАН, 2013. 272 с.
6. *Александрова У.Н., Корпакова И.Г.* Состояние популяции бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* Pallas, 1814) в Азовском море // Известия ВУЗов. Северо-Кавказский регион. Естественные науки. 2014. № 2. С. 59-63.
7. Atlas of the gobies (Gobiidae) in Bulgaria. Institute of Biodiversity an Ecosystem Research, Sofia, 2012. P. 73-77.
8. *Правдин И.Ф.* Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М.: Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
9. Методы рыбохозяйственных и природоохранных исследований в Азово-Черноморском бассейне / Под ред. С.П. Воловика, И.Г. Корпаковой. Краснодар: Просвещение-Юг, 2005. 352 с.
10. *Костюченко В.А.* Возраст и темп роста бычка-кругляка (*Neogobius melanostomus* (Pallas)) в Азовском море // Труды АзЧерНИРО. 1961. Вып. 19. С. 45-60.
11. Official site of the R project: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing. Vienna, Austria. 2020. URL: https://www.r-project.org/ (дата обращения: 13.05.2021).

References:

1. Milovanov A.I., Efanov A.D., Pashayan V.E. Vidovoy sostav bychkov v ulovakh passivnykh orudiy lova v Kerchenskom prolive [Species composition of gobies in passive fishing gear in the Kerch Strait]. *Materialy 2 Natsional'noy nauchno-prakticheskoy konferentsii Aktual'nye problemy bioraznoobraziya i prirodopol'zovaniya: (g. Kerch', 15-17 maya 2019 g.)* [Proceedings of the 2nd All-Russian Scientific-Practical Conference "Actual Problems of Biodiversity and Nature Management" (Kerch, 15-17 May, 2019)]. Simferopol, ARIAL Publ., 2019, pp. 603-607. (In Russian).
2. Korpakova I.G., Agapov S.A. (eds.) *Kerchenskaya avariya: posledstviya dlya vodnykh ekosistem* [Kerch accident: consequences for aquatic ecosystems]. Rostov-on-Don, FSUE "Azov Sea Research Fisheries Institute" Publ., 2008, pp. 191-193. (In Russian).

3. Kottelat M., Freyhof J. *Handbook of European freshwater fishes*. Cornol, Switzerland, Berlin, Germany, Kottelat & Freyhof, 2007. 646 p. (In English).
4. Pinchuk V.I., Vasil'eva E.D., Vasil'ev V.P., Miller P.J. *Neogobius melanostomus* (Pallas, 1814). *The Freshwater Fishes of Europe. Gobiidae 1*. Wiebelsheim, AULA-Verlag GmbH, 2003, vol. 8/1, pp. 293-345. (In English).
5. Vasil'eva E.D., Luzhnyak V.A. *Ryby basseyna Azovskogo morya* [Fishes of the basin of the Azov Sea]. Rostov-on-Don, Southern Scientific Center of the Russian Academy of Sciences Publ., 2013, 272 p. (In Russian).
6. Aleksandrova U.N., Korpakova I.G. Sostoyanie populyatsii bychka-kruglyaka (Neogobius melanostomus Pallas, 1814) v Azovskom more [The status of the round goby populations (*Neogobius melanostomus* Pallas 1814) in the Azov Sea]. *Izvestiya VUZov. Severo-Kavkazskiy region. Estestvennye nauki* [News of Universities. North Caucasus Region. Natural Sciences], 2014, no. 2, pp. 59-63. (In Russian).
7. *Atlas of the gobies (Gobiidae) in Bulgaria*. Institute of Biodiversity an Ecosystem Research, Sofia, 2012, pp. 73-77. (In English).
8. Pravdin I.F. *Rukovodstvo po izucheniyu ryb (preimushchestvenno presnovodnykh)* [Guidelines for the study of fish (mostly freshwater)]. Moscow, Pishchevaya promyshlennost' Publ., 1966, 376 p. (In Russian).
9. Volovik S.P., Korpakova I.G. (eds.) *Metody rybokhozyaystvennykh i prirodookhrannykh issledovaniy v Azovo-Chernomorskom basseyne* [Methods of fishery and nature protection research in the Azov-Black Sea Basin]. Krasnodar, Prosveshchenie-Yug Publ., 2005, 352 p. (In Russian).
10. Kostyuchenko V.A. Vozrast i temp rosta bychka-kruglyaka (*Neogobius melanostomus* (Pallas)) v Azovskom more [Age and growth of round goby (*Neogobius melanostomus* (Pallas)) in the Sea of Azov]. *Trudy AzCherNIRO* [Proceedings of the Azov and Black Sea Scientific Research Institute of Marine Fisheries and Oceanography], 1961, iss. 19, pp. 45-60. (In Russian).
11. *Official site of the R project: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2020. (In English). Available at: https://www.r-project.org/ (accessed 13.05.2021).

Сведения об авторах / Information about the authors

Милованов Александр Игоревич
Главный специалист лаборатории водных биологических ресурсов
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2.
milovanov_a_i@azniirkh.ru

Milovanov Alexander Igorevich
Chief specialist of laboratory of water biological resourses
Azov and Black Sea branch of FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH")
298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2
milovanov_a_i@azniirkh.ru

Ефанов Алексей Дмитриевич
Специалист лаборатории водных биологических ресурсов
Азово-Черноморский филиал ФГБНУ «ВНИРО» («АзНИИРХ»)
298300, Республика Крым, г. Керчь, ул. Свердлова, 2.
efanov_a_d@ azniirkh.ru

Efanov Alexey Dmitrievich
Specialist of laboratory of water biological resourses
Azov and Black Sea branch of FSBSI "VNIRO" ("AzNIIRKH")
298300, Republic of Crimea, Kerch, Sverdlova str., 2
efanov_a_d@ azniirkh.ru

УДК 639.29 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_76**

Оруженко С.С.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ДОБЫЧИ (ВЫЛОВА) ЛАМИНАРИИ НА ДАЛЬНЕВОСТОЧНОМ И СЕВЕРНОМ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННЫХ БАССЕЙНАХ

Аннотация. В работе рассмотрены вопросы добычи (вылова) водорослей (ламинарии) на Дальневосточном и Северном рыбохозяйственных бассейнах. Описано состояние запасов водорослей, их народнохозяйственное значение, разрешённые способы добычи и их недостатки. Описаны причины низких объёмов добычи (вылова) ламинарии. Также в статье рассмотрены пункты Правил рыболовства, регулирующие добычу (вылов) ламинарии на Дальневосточном и Северном рыбохозяйственных бассейнах. Предложены средства модернизации разрешённых механизированных орудий добычи (вылова) ламинарии, которые будут способствовать увеличению объёмов добычи (вылова) на Дальневосточном и Северном рыбохозяйственных бассейнах, не нанося вреда донным экосистемам. В статье кратко описана научно-исследовательская экспедиция на Соловецкие острова и о. Сахалин, одной из целей которой было выявление возможности добычи ламинарии придонным полужёстким подсекателем в Северном рыбохозяйственном бассейне, в том числе на промысловых участках ООО «Архангельский Водорослевый Комбинат».
Ключевые слова: добыча (вылов) ламинарии, водоросли, придонный полужёсткий подсекатель, экологическая безопасность при добыче (вылове) ламинарии, усовершенствование орудий добычи (вылова) ламинарии.

Oruzhenko S.S.

CURRENT ISSUES OF EXTRACTION (CATCHING) OF LAMINARIA AT FAR EASTERN AND NORTHERN FISHING ZONES

Abstract. The paper considers the issues of harvesting (catching) algae (kelp) in the Far Eastern and Northern fishery basins. The state of algae reserves, their national economic importance, permitted methods of extraction and their disadvantages are described. The reasons for the low volumes of harvest (catch) of kelp are described. The article also discusses the points of the Fishing Rules that regulate the production (catch) of kelp in the Far Eastern and Northern fishery basins. Means of modernization of the permitted mechanized kelp harvesting (catching) tools are proposed, which will contribute to an increase in the volume of harvest (catch) in the Far Eastern and Northern fishery basins without harming benthic ecosystems. The article briefly describes a research expedition to the Solovetsky Islands and about. Sakhalin, one of the goals of which was to identify the possibility of harvesting kelp with a near-bottom semi-rigid undercutter in the Northern fishery basin, including in the fishing areas of Arkhangelsk Aloroslevy Kombinat LLC.
Keywords: extraction (catch) of kelp, algae, near-bottom semi-rigid undercutter, environmental safety in the extraction (catch) of kelp, improvement of tools for the extraction (catch) of kelp.

Введение. Морские водоросли имеют большое народнохозяйственное значение и используются как источники продуктов питания, морских гидроколлоидов (агар, альгинаты, каррагинаны), биологически активных веществ и медицинских препаратов (фукоидами, ламинараны, маннит), а также

биологически активных добавок к пище (БАД), пищевых и функциональных продуктов. Несмотря на значительное количество видов морских водорослей, к промысловым относятся только некоторые представители бурых и красных водорослей. Целый ряд массовых видов водорослей не являются промысловыми, но могут быть использованы для глубокой переработки, т.к. содержат ряд полезных веществ, например, гидроколлоидов. В последнее время активно развивается направление использования водорослей для выработки биотоплива.

В настоящее время в Северном и Дальневосточном рыбохозяйственных бассейнах имеются значительные недоиспользуемые запасы водорослей. Данные регионы обладают производственными мощностями способными переработать и реализовать значительно больший объём водорослей, по сравнению с тем, сколько добывается в настоящее время. Однако переработка сдерживается малоэффективными способами добычи (вылова). В связи с этим стоит вопрос о разработке эффективных технологий добычи (вылова) водорослей, не наносящих ущерба донным экосистемам.

Интенсивное использование биологических ресурсов океана и его краевых морей предполагает как фундаментальные исследования, так и рациональную эксплуатацию и охрану среды в районах промысла. Особое значение имеют исследования направленные на изучение способов добычи (вылова), которые не будут наносить вред биологической среде.

В последние десятилетия во всем мире развивается промысел донных водорослей-макрофитов. Но, несмотря на общую мировую тенденцию, в России в настоящее время промысел водорослей в целом не очень активный. При этом в отдельных районах неумеренный промысел донных растений может не только подорвать растительные ресурсы, но и существенно повлиять на состояние ресурсов других гидробионтов. Особое беспокойство вызывает состояние естественных зарослей в районах традиционных промыслов. Нельзя планировать добычу промысловых видов макрофитов на базе только

промышленных принципов, не учитывая биологические аспекты проблемы. При условии рациональной эксплуатации и бережного отношения запасы водорослей могут осваиваться долгие годы без дополнительных затрат на их воспроизводство.

Целью исследования является описания существующих проблем добычи (вылова) ламинарии на Северном и Дальневосточном рыбохозяйственных бассейнах, а также описание возможных вариантов решения существующих этих проблем.

Материалы и методы исследования. На сегодняшний день тема добычи (вылова) водорослей с помощью механизированных орудий является недостаточно исследованной в современной российской науке, о чем свидетельствует и незначительное количество соответствующих научных публикаций. Этим вопросом практически не занимались со времён Советского Союза. Водороследобывающие российские предприятия, которые продолжают добычу водорослей, пользуются в основном ручным трудом (кошение косой с лодки на Северном рыбохозяйственном бассейне и кошение с помощью ныряльщиков на Дальневосточном рыбохозяйственном бассейне). Такое положение дел обусловлено запретом на добычу (вылов) водорослей практически всеми механизированными орудиями добычи (вылова). Запреты на механизированные способы лова (кроме придонного полужёсткого подсекателя и канзы механической) обоснованы тем, что имеющиеся механические орудие добычи (вылова) идут по грунту и в процессе добычи (вылова) водорослей разрушают донные экосистемы, уничтожая кормовую базу рыб и планктона, среду для развития икры и молоди рыб. В некоторых случаях исключается сама возможность возобновления запасов водорослей.

Основные промысловые заросли ламинарии во всех районах её ареала Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна расположены от уреза воды и до глубин 15 м, реже до 20 м. В пп. 32.15 правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна [1] при добыче (вылове)

ламинарии запрещается использовать повсеместно (за исключением Петропавловско-Командорской и Карагинской подзон) все орудия добычи (вылова) и способы добычи (вылова), за исключением придонного полужесткого подсекателя с линем удавного стропа, имеющего положительную плавучесть, на глубинах более 5 м и канзы (включая канзу с механическим приводом) и ручного кошения (в том числе с помощью водолазов). В пп. 33е правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна [2] запрещается при добыче ламинарий на мягких галечно-гравийных и мелко-валунных субстратах любых способов вылова (добычи), кроме ручного кошения (в том числе с помощью водолазов) и способов с применением орудий с режущим принципом действия.

Канза, как ручная, так и механическая, являются наиболее экологически безопасными орудиями добычи. Однако их техническое устройство и практика добычи показали, что эти орудия реально можно использоваться только на мелководье, на глубинах от уреза воды и до 3-5 метров.

Предполагалось, что наиболее безопасным для добычи ламинарии на глубинах от 5 до 15 метров представляется использование придонного полужесткого подсекателя (рис. 1). Однако, результаты экспериментальных исследований и подводные наблюдения показали, что при буксировке подсекателя дисковые ножи, соприкасаясь со слоевищами ламинарии, не подсекают их. В результате чего образуется вал из слоевищ ламинарии перед ножами и через 1-2 минуты буксировки подсекатель отрывается от грунта и начинает свободно скользить по слоевищам ламинарии. Так же большая часть слоевищ проходит мимо мешка и оказывается в толще воды, не доступной для сбора.

В связи с этим необходимо модифицировать известные косилки и аппараты добычи (вылова) водорослей.

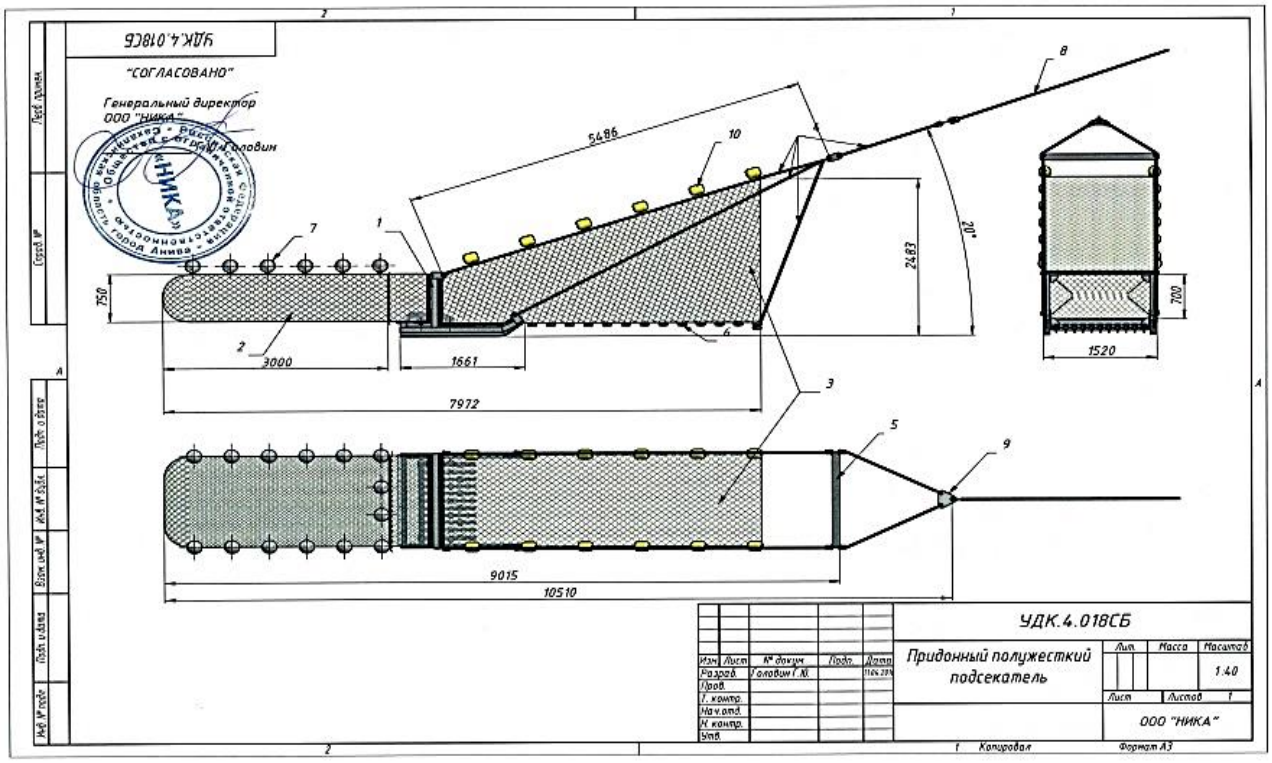


Рисунок 1 – Схема придонного полужёсткого подсекателя с рельсовыми опорами [3]

Варианты модификации должны решить следующие задачи:

1) Обеспечение перемещения косилки вдоль грунта на некотором удалении от поверхности дна (0,2-0,4 м), чтобы при прохождении косилки исключить возможность травмирования донного субстрата и экосистемы.

2) Обеспечить процесс сбора слоевищ ламинарии, предотвращающий забивание режущих устройств слоевищами уже срезанных водорослей, а также их уход из накопительной и собирательной части добывающего устройства.

Для решения первой задачи можно предложить несколько усовершенствований:

а) Укомплектование косилки достаточным количеством кухтылей, которые будут обеспечивать ей необходимую плавучесть. Кухтыли не должны поднимать косилку к поверхности воды, а лишь обеспечивать ей необходимую лёгкость, благодаря которой капитан (штурман) управляющего судна сможет легко изменять положение косилки относительно дна при помощи вытравки

ваеров или изменения скорости движения судна.

б) Укомплектование косилки подводной камерой с возможностью трансляции изображения онлайн на мостик управляющего судна. Для решения этой задачи наиболее подходит система для телеинспекции скважин (рис. 2).

Рисунок 2 – Система телеинспекции скважин

Основные элементы этой системы – это подводная камера, кабель длинной 50-100 м, пульт управления и монитор. Максимальное давление камеры 5 бар, что позволяет ей эффективно работать на глубинах до 40 м. Камера передаёт изображения по высокопрочному кабелю на монитор с диагональю от 7 до 10 дюймов в зависимости от модели. Для дополнительной зашиты передающего кабеля предлагается пустить его внутри гофра-трубы. Всё заснятое камерой видео, как показывается на мониторе, так и сохраняется на карту памяти для дальнейшего анализа. Угол обзора камеры составляет 92 градуса, угол вращения – 360 градусов. Камера оснащена специальным освещением: 18 белых и инфракрасных светодиодов. Инфракрасные светодиоды подавляют блики и позволяют получить отчётливую картинку, белые светодиоды применяются для освещения (рис. 3).

Камеру предлагается закрепить на небольшом удалении от режущего механизма, чтобы капитан (штурман) управляющего судна мог отчётливо видеть дистанцию между ножами косилки, её нижней частью и дном водоёма.

Рисунок 3 – Подводная камера и соединительный кабель системы телеинспекции скважин

в) Управляющее судно должно быть оборудовано современным эхолотом, чтобы штурманы могли с высокой точностью отслеживать изменения рельефа дна водоёма и регулировать дистанцию режущего механизма относительно дна.

г) Как дополнительная, но не обязательная, мера, возможна разработка программы автоматической регулировки дистанции косилки от поверхности дна водоёма. Программа будет оценивать плавучесть косилки, глубину водоёма (определяемую эхолотом), скорость судна и на основании этих данных регулировать длину вытравленных ваеров, что позволит удерживать необходимую дистанцию между косилкой и дном водоёма.

Для решения второй задачи предлагается использовать рыбонасос для концентрации и выборки на борт судна (управляющего или вспомогательного) срезанных слоевищ ламинарии. При работе рыбонасосными установками с борта судна опускаются шланги с залавливающим устройством в виде конического патрубка на конце, которое крепится к концу сетного мешка или сетного формирователя в случае отсутствия мешка. В результате работы насосной установки создаётся гидродинамическое поле, которое засасывает в залавливающее устройство и подаёт на борт судна срезанные слоевища ламинарии.

Помимо этого также необходимо модернизировать, те орудия добычи

(вылова) водорослей, которые разрешены Правилами рыболовства на сегодняшний день. Одним из недостатков существующих разрешённых механизированных способов добычи (вылова) водорослей, а именно придонного полужёсткого подсекателя и канзы с механическим приводом, является то, что процесс добычи (вылова) ламинарии не является непрерывным. Это существенно снижает производительность добычи и повышает себестоимость продукции. Наиболее рациональным представляется использование комбинированного орудия лова, а именно соединение придонного полужёсткого подсекателя (рис. 1) с рыбонасосом для добычи ламинарии. Предлагаемая схема работы агрегата для сбора водорослей с использованием насоса аналогична описанной В.Н. Мельниковым схеме работы гидромеханизированной установки для добычи водорослей [4] (рис. 4).

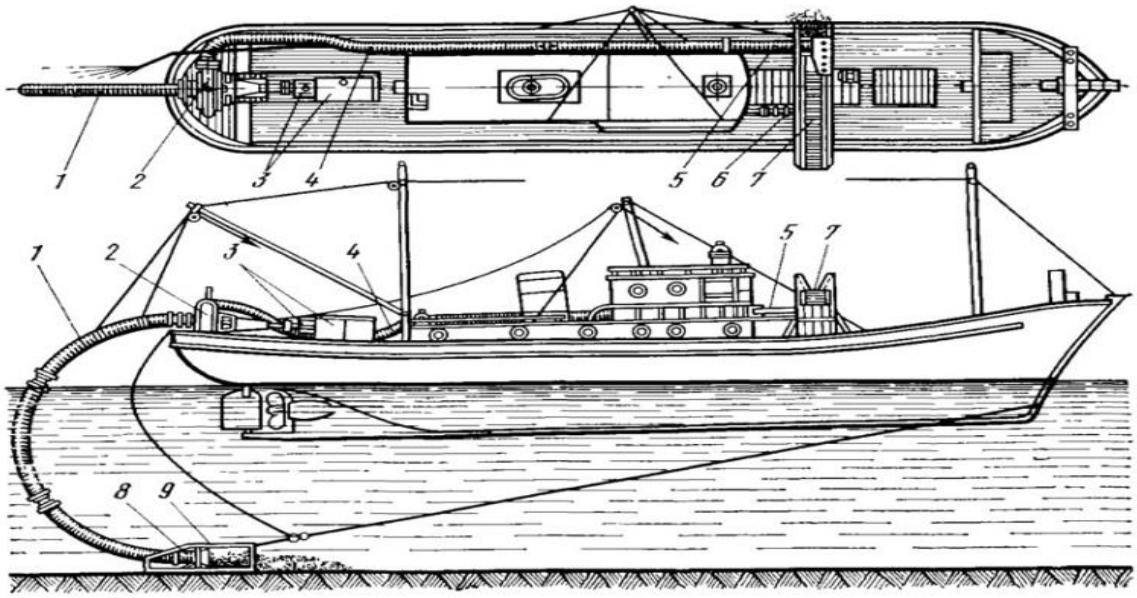


Рисунок 4 – Гидромеханизированная установка для добычи водорослей:
1 – гофрированный шланг всасывающей линии; 2 – рыбонасос; 3 – двигатель;
4 – гофрированный шланг нагнетательной линии; 5 – бункер для водорослей;
6 – водоотводный желоб; 7 – пластинчатый транспортер;
8 – храпок с раструбом; 9 – салазки [4]

Храпок с раструбом (рис. 4) необходимо закрепить в конце сетного мешка подсекателя (рис. 1). Длину мешка следует предварительно сократить с 3,3 м до 1 м, для того чтобы гидродинамическая сила, создаваемая насосом, наиболее эффективно воздействовала на срезанные водоросли. Ещё одним важным моментом при совместной работе подсекателя с рыбонасосом, является доукомплектование режущего механизма подсекателя (рис. 1) эксцентриком, соединённым с гибким валом, который в свою очередь соединён с двигателем, расположенным на борту судна.

Введение этой модернизации в конструкцию придонного полужёсткого подсекателя позволит многократно увеличить эффект срезающей силы режущего механизма, что в свою очередь не даст забиваться ножам режущего механизма водорослями, и как следствие, позволит всей системе работать продуктивно и непрерывно.

В 3 квартале 2020 года сотрудниками ФГБНУ «ВНИРО» была проведена научная-исследовательская экспедиция на Соловецкие острова и о. Сахалин, одной из целей которой было выявление возможности добычи ламинарии придонным полужёстким подсекателем в Северном рыбохозяйственном бассейне, в том числе на промысловых участках ООО «Архангельский Водорослевый Комбинат» (рис. 5, 6).

Для решения этой задачи был сооружён металлический каркас, на одном из концов которого был приварен Т-образный стержень для крепления видео камеры (рис. 7). Конец каркаса с камерой погружался в воду, а конец каркаса без камеры крепился на борту судна. Затем лодка двигалась с небольшой скоростью, и был отснят видеоматериал, дающий наглядное представление о расположение ламинарии в толще воды и особенности её сопротивления буксируемому объекту.

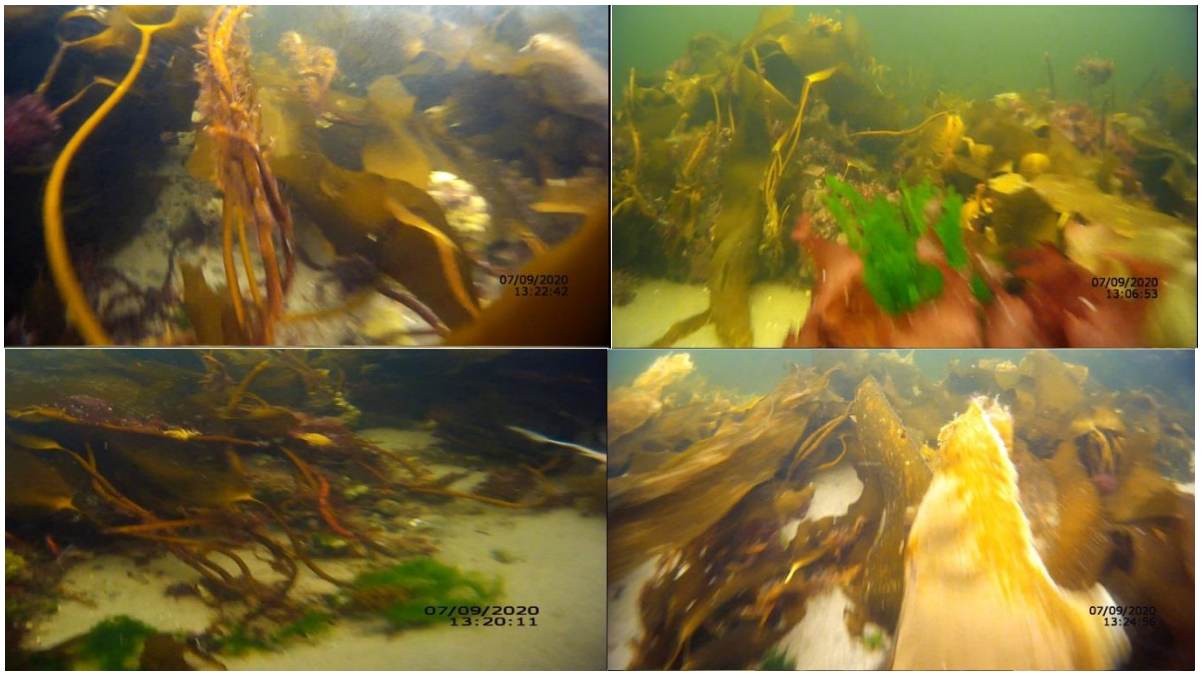


Рисунок 5 – Особенности расположения ламинарии на промысловых участках (Белое море, сентябрь 2020 г.)

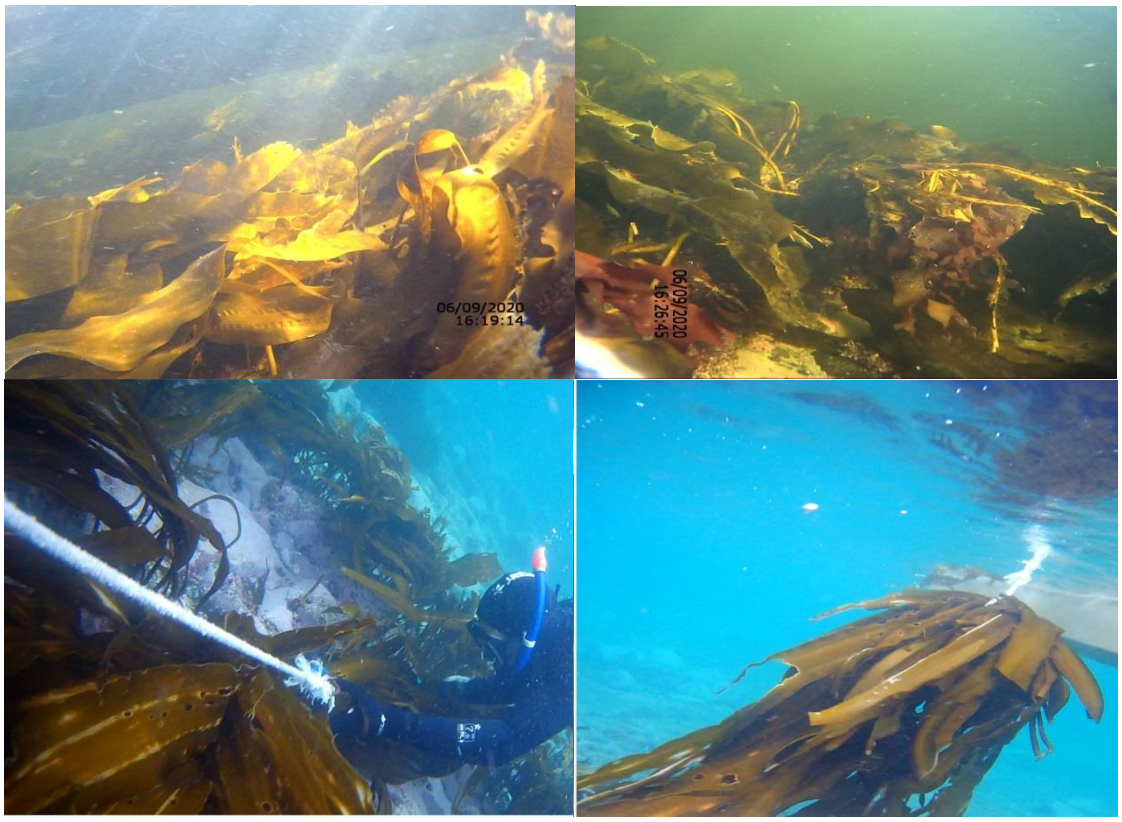


Рисунок 6 – Особенности расположения ламинарии на грунте и её добычи (Татарский пролив, залив Анива, сентябрь 2020 г.)

Рисунок 7 – Металлический каркас с камерой
(Соловецкие острова, сентябрь 2020 г.)

Результаты исследования и их обсуждение. В результате проведённых исследований в Белом море (близ Соловецких островов), а именно изучения особенностей рельефа морского дна, произрастания ламинарии, расположения её в толще воды, сопротивления буксируемому объекту, а также изучение конструкции придонного полужёсткого подсекателя произведённой на о. Сахалин было установлено, что текущая конструкция придонного полужёсткого подсекателя не пригодна для эксплуатации в Белом море, так как будет наносить вред донным экосистемам. Тем не менее, если провести необходимые усовершенствования подсекателя, а после этого испытания его работы в реальных условиях, которые позволили бы оценить его воздействия на донные экосистемы, в случае удовлетворительных отзывов экологов вполне возможна эффективная механизированная добыча ламинарии в Белом море, в Татарском проливе и заливе Анива. Рекомендуется произвести следующие модернизации придонного полужёсткого подсекателя, которые позволят добывать ламинарию без вреда для донных экосистем.

1. Модификация рельсовых опор: замена монолитных опор на сегментированные. Такая конструкция предусматривает гибкое соединение сегментов опор шарнирами или пружиной, а также установку их на гусеничную ленту. Такая конструкция позволит максимально точно следовать рельефу дна,

уменьшит воздействие на донный субстрат и обеспечит срезание водорослей на оптимальной высоте от корня.

2. Добавление механического привода для режущего механизма подсекателя. Механический привод обеспечит принудительное вращение ножей, благодаря чему ножи не будут более эффективно срезать водоросли и не будут защищены от забивания.

3. Необходимо сделать соединение ножей режущего механизма между собой не жёстким, а гибким. Благодаря этому будет возможно более легко проходить препятствия в виде небольших камней. Реализацию этого усовершенствования возможно провести благодаря установки пружинного элемента определённой жёсткости, как общей оси каскада ножей сегментированного режущего механизма.

4. Рекомендуется поднять режущий механизм подсекателя на 0,2–0,35 м выше уровня рельсовых опор рамы подсекателя (рисунок 5), идущих по грунту. Это является необходимой мерой по той причине, что длина черешка двухлетней ламинарии сахаристой *(Laminaria saccharina)* обычно варьирует от 0,2 до 0,5 м, а ламинарии пальчаторассеченной *(Laminaria digitata)* от 0,5 до 1,5 м. В связи с тем, что ламинарию необходимо срезать именно по черешку, нужно установить уровень расположения ножей подсекателя на 0,25-0,35 м выше рельсовых опор подсекателя, идущих по грунту.

5. Рекомендуется увеличить ширину рамы подсекателя до 3-5 м, относительно изначального проекта, в которой ширина рамы подсекателя составляет 1,52 м. Увеличение ширины рамы позволит захватить больший объем водорослей за одно траление, что соответственно будет способствовать меньшему повреждению донной экосистемы, так как рельсовые опоры рамы подсекателя пройдут по грунту меньшее количество раз. Кроме того, увеличение ширины рамы подсекателя будет способствовать более эффективной работе с экономической точки зрения, так как повысится его КПД (коэффициент полезного действия).

6. Рекомендуется соединить сетной мешок подсекателя с вакуумной насосной системой. Однако, чтобы насосная система могла эффективно всасывать водоросли и передавать их на борт судна необходимо предварительно сократить длину сетного мешка с 3,3 м до 1 м.

7. Рекомендуется увеличить количество кухтылей на раме подсекателя. Введение этой модернизации позволит оказывать минимально возможное давление рельсовых опор рамы подсекателя на донный субстрат.

Выводы. Однако даже применение всех выше предложенных усовершенствований не позволит полностью избежать травмирования донного субстрата, так как рельсовые опоры рамы подсекателя идут по грунту. Добавление кухтылей на раму придонного полужёстко подсекателя, увеличение ширины рамы подсекателя и модернизация рельсовых опор позволит лишь снизить его воздействие на донные экосистемы. Об экологической безопасности и экономической эффективности предложенных модернизаций можно будет говорить только после проведения промышленных испытаний, которые запланированы на 2021 год. Если экологическая оценка воздействия придонного полужёстко подсекателя на донный субстрат после проведённых модернизаций будет говорить о недопустимости применения модернизированного подсекателя на Северном рыбохозяйственном бассейне, то будет необходимо обеспечить перемещения подсекателя и её режущего механизма вдоль грунта на некотором удалении от поверхности дна (0,2-0,4 м), чтобы при прохождении подсекателя исключить возможность травмирования донного субстрата и экосистемы, при этом срезая ламинарию по черешку.

Список использованной литературы:

1. Приказ Минсельхоза России от 23.05.2019 г. № 267 «Об утверждении правил рыболовства для Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна»: (Зарегистрировано в Минюсте России 05.06.2019 г. № 54842) (ред. от 20.07.2020 г.). URL: https://minjust.consultant.ru/documents/43026 (дата обращения: 15.03.2021).
2. Приказ Минсельхоза России от 30.10.2014 г. № 414 «Об утверждении правил рыболовства для Северного рыбохозяйственного бассейна»: (Зарегистрировано в Минюсте России 01.12.2014 г. № 35043) (ред. от 26.10.2018 г.). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_126497/ (дата обращения: 15.03.2021).

3. *Татарников В.А., Акишин В.В., Истомин И.Г., Астафьев С.Э., Рой И.В., Оруженко С.С.* Перечень способов и орудий промышленного и прибрежного рыболовства Дальневосточного рыбохозяйственного бассейна (за исключением внутренних вод). М.: Изд-во ВНИРО, 2019. 208 с.
4. *Мельников В.Н.* Устройство орудий лова и технология добычи рыбы. М.: Агропромиздат, 1991. 384 с.

References:

1. Russian Federation. Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated May 23, 2019 No. 267 «Ob utverzhdenii pravil rybolovstva dlya Dal'nevostochnogo rybokhozyaistvennogo basseina» [On the approval of fishing rules for the Far Eastern fishery basin]. Available at: https://minjust.consultant.ru/documents/43026 (accessed 15.03.2021).
2. Russian Federation. Order of the Ministry of Agriculture of Russia dated October 30, 2014 No. 414 «Ob utverzhdenii pravil rybolovstva dlya Severnogo rybokhozyaistvennogo basseina» [On the approval of the fishing rules for the Northern Fisheries Basin]. Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_126497/ (accessed 15.03.2021).
3. Tatarnikov V.A., Akishin V.V., Istomin I.G., Astaf'ev S.EH., Roi I.V., Oruzhenko S.S. *Perechen' sposobov i orudii promyshlennogo i pribrezhnogo rybolovstva Dal'nevostochnogo rybokhozyaistvennogo basseina (za isklyucheniem vnutrennikh vod)* [List of methods and tools for industrial and coastal fishing of the Far Eastern fishery basin (excluding inland waters)]. Moscow, VNIRO Publ., 2019, 208 p. (In Russian).
4. Mel'nikov V.N. *Ustroistvo orudii lova i tekhnologiya dobychi ryby* [Arrangement of fishing gear and fish catching technology]. Moscow, Agropromizdat Publ., 1991, 384 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Оруженко	старший инженер отдела промышленного рыболовства
Сергей Сергеевич	Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии (ФГБНУ «ВНИРО»)
	105187, г. Москва, Окружной проезд, 19
	oruzhenko@vniro.ru
Oruzhenko	Senior Engineer of the Industrial Fisheries Department
Sergei Sergeevich	Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (FSBSI «VNIRO»)
	105187, Moscow, Okruzhnoi proezd str., 19
	oruzhenko@vniro.ru

УДК 621.43 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_90**

Горбенко А.Н., Кукушкин М.Ю.

РАСЧЕТНЫЙ АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ ОХЛАЖДЕНИЯ НАДДУВОЧНОГО ВОЗДУХА СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ С ПОМОЩЬЮ ХОЛОДИЛЬНОЙ УСТАНОВКИ

Аннотация. В работе рассматривается способ охлаждения наддувочного воздуха дизеля с помощью утилизационной холодильной установки. Глубокое охлаждение наддувочного воздуха способствует повышению эффективности двигателя. Анализ выполнен на примере реального судового двухтактного дизеля. Выполнен расчет основных параметров всех элементов холодильной установки, работающей за счет полезного использования тепловых потерь двигателя. Расчетный анализ показал, что данная модернизация дизеля является эффективной не только на номинальном режиме работы, но и в широком диапазоне нагрузок. В работе приведены расчетные значения параметров, характеризующих топливную экономичность, тепловую напряженность и ресурс судового дизеля. Анализ общей эксплуатационной эффективности выполнен с учетом повышения мощности, потребляемой от судовой электростанции для обеспечения работы утилизационной холодильной установки. Разработан эскизный инженерно-технический проект модернизации системы воздухоснабжения дизеля.
Ключевые слова: судовой дизель, охлаждение наддувочного воздуха, утилизация, холодильная установка, эффективность.

Gorbenko A.N., Kukushkin M.Y.

COMPUTATIONAL ANALYSIS OF THE EFFICIENCY OF CHARGE AIR COOLING OF SHIP DIESEL USING THE REFRIGERATION INSTALLATION

Abstract. The paper discusses a method for charge air cooling in diesel engine using a utilization refrigeration installation. Deep cooling of charge air increases the engine efficiency. The analysis is carried out on the example of real ship two-stroke diesel engine. The calculation of main parameters of all elements of refrigeration installation, operating due to the useful use of engine heat losses, has been carried out. The computational analysis showed that this modernization of diesel engine is effective not only at the nominal operating mode, but also in a wide range of loads. The paper presents the calculated values of parameters that characterize the fuel efficiency, thermal stress and service life of ship diesel engine. The analysis of general operational efficiency is carried out taking into account the increase in power consumed from the ship's electrical power plant to support the operation of utilization refrigeration installation. Preliminary engineering technical project for modernization of the diesel air supply system has been developed.
Keywords: diesel, charge air cooling, utilization, refrigeration installation, refrigeration unit, efficiency.

Введение. Эффективность работы дизельного двигателя внутреннего сгорания (ДВС) с наддувом, а именно расход топлива, в существенной степени зависит от температуры наддувочного воздуха перед цилиндрами [1-4]. Повышение температуры забортной воды, температуры воздуха в машинном

отделении, а, следовательно, и температуры наддувочного воздуха в воздушном ресивере ДВС отрицательно сказывается на удельном расходе топлива двигателя. Известно, что понижение температуры наддувочного воздуха на 10 °С обеспечивает уменьшение удельного расхода топлива на 1,5...3 г/(кВт·ч) при неизменной мощности двигателя [1-3]. По данным работы [5] при снижении температуры воды, охлаждающей наддувочный воздух, с 36°С до 10°С происходит понижение удельного расхода топлива приблизительно на 2 г/кВт·ч. Кроме того, известно, что снижение температуры наддувочного воздуха благоприятно сказывается на ресурсе ответственных деталей двигателя (поршень, втулка цилиндра, крышка цилиндра выпускные клапаны и т. п.) за счет дополнительного внутреннего воздушного охлаждения деталей цилиндро-поршневой группы в период продувки цилиндра ДВС [1-3].

Таким образом, существует возможность снижения расхода топлива и увеличения ресурса двигателя путем глубокого охлаждения наддувочного воздуха. Этого можно достигнуть различными путями, например, путём отвода теплоты от воздуха в забортную воду (традиционный вариант, используемый в судовых ДВС), испарительным охлаждением воздуха [6] или используя холодильную установку, в частности теплоиспользующую.

Целью исследования является анализ эффективности охлаждения наддувочного воздуха судового дизеля с помощью утилизационной эжекторной холодильной установки, работающей на тепловой энергии воздуха, сжатого в ГТН дизеля, с учетом увеличения нагрузки на судовую электростанцию. Анализ выполняется на примере реального главного двигателя судна в диапазоне его нагрузок.

Далее будет выполнен расчет ЭХУ, ее конструкторская проработка, а также расчеты штатного (базового) и модернизированного двигателей, работающих в реальных морских условиях согласно району плавания судна и используемого топлива.

Материалы и методы исследования. Одним из перспективных

вариантов охлаждения наддувочного воздуха является применение утилизационной эжекторной холодильной установки (ЭХУ) с использованием тепловой энергии, потерянной собственно двигателем. Такие ЭХУ являются теплоиспользующими установками и могут работать на любом источнике тепловой энергии, например, на энергии выпускных газов двигателя или на тепловой энергии самого наддувочного воздуха, который имеет повышенную температуру после газотурбонагнетателя (ГТН).

Потенциальная эффективность данного направления совершенствования судовых ДВС в целом обоснована в работах [7-11]. Однако в существующих работах не исследовано влияние нагрузки двигателя на топливную экономичность ДВС и на его тепловую напряженность, а значит и на ресурс его ответственных деталей. Кроме того, в существующих работах не учитывается такой фактор как увеличение нагрузки на судовую электростанцию, т.е. на вспомогательные дизель-генераторы (ВДГ), что снижает (либо нивелирует) итоговую эффективность предлагаемой модернизации.

Результаты исследования и их обсуждение. Принципиальная схема установки приведена на рис. 1. Установка включает в себя два контура – силовой (рабочий) контур и холодильный контур. Рабочий контур включает в себя парогенератор 1, эжектор 2, конденсатор 3 и фреоновый насос 4. Холодильный контур состоит из дросселя 5, испарителя 6, конденсатора 3 и эжектора 2, выполняющего роль компрессора.

Фреон под давлением из парогенератора 1 поступает в эжектор 2 на сопло Лаваля, в котором потенциальная энергия давления преобразуется в кинетическую энергию потока, при этом происходит процесс понижения давления. Давление понижается до давления в испарителе 6. Происходит смешивание потоков. Далее смесь, проходя диффузор эжектора, тормозится, происходит повышение давления до давления в конденсаторе 3, который охлаждается водой. В этом элементе пар конденсируется. Далее фреон разделяется на два потока, большая часть возвращается в парогенератор 1 за

счет насоса 4. В парогенераторе фреон нагревается при высоком давлении и испаряется, этот пар называется рабочим. Меньшая часть потока после конденсатора 3 проходит через дроссель 5, где понижается его давление и в испарителе 6 фреон вскипает, отводя теплоту от охлаждаемого тела.

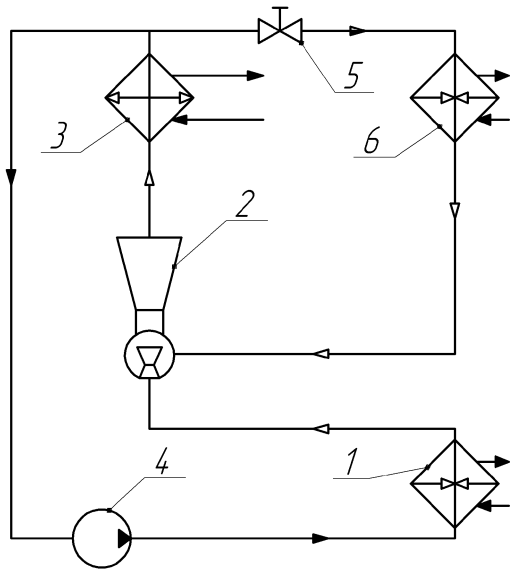


Рисунок 1 – Принципиальная схема эжекторной холодильной установки:
1– парогенератор; 2– эжектор; 3– конденсатор; 4– фреоновый насос; 5– дроссель; 6– испаритель

ЭХУ отличаются простотой конструкции и высокой надежностью ввиду отсутствия движущихся частей. Тепловой коэффициент такой холодильной установки ξ, работающей на низкокипящих рабочих телах, к примеру, на фреоне R142b при t_0=2…5°С, составляет ξ=0,2…0,39 [10]. При одинаковой холодопроизводительности они более компактные, чем компрессорные установки и имеют сравнительно низкую стоимость оборудования.

Дальнейший анализ системы охлаждения наддувочного воздуха будет проводиться для типового судового двухтактного дизеля. Принципиальная схема модернизированной системы охлаждения наддувочного воздуха ДВС приведена на рис. 2. Всасываемый воздух сжимается в компрессоре ГТН 1, в результате чего повышается его давление, а также температура. Перед подачей

воздуха в цилиндры ДВС (через воздушный ресивер 3) его необходимо охладить.

Система охлаждения воздуха содержит в себе традиционную (1-2-3) и дополнительную (1-4-5-6-3) части. Традиционная часть системы – это штатный охладитель наддувочного воздуха (ОНВ) 2, который охлаждает горячий воздух после ГТН с помощью забортной или пресной воды. Предполагается, что традиционный способ охлаждения используется при работе двигателя на долевых нагрузках.

При работе двигателя на нагрузочных режимах (более 75% номинальной мощности) для более глубокого охлаждения наддувочного воздуха используется дополнительная часть системы. Эта часть системы состоит из трех теплообменных аппаратов:

- охладитель 4 горячего воздуха после ГТН, передающий тепловую энергию к парогенератору холодильной установки;

- ОНВ 5, охлаждающий воздух с помощью забортной или пресной воды;

- теплообменник 6 глубокого охлаждения воздуха с помощью ЭХУ.

Система охлаждения оборудована рассольной системой, которая передает тепло от ОНВ к парогенератору и от испарителя ЭХУ к охладителю воздуха 6. Необходимость промежуточной рассольной системы обусловлена конструктивными особенностями расположения элементов системы охлаждения воздуха. Кроме того, система охлаждения наддувочного воздуха содержит влагоуловители (см. рис.2).

Расчетный анализ эффективности охлаждения наддувочного воздуха дизеля с помощью холодильной установки выполнен на примере мощного судового малооборотного двухтактного дизеля MAN-B&W 10K98ME-C (10ДКРН98/240). Основные номинальные параметры ДВС: мощность Ne=60237 кВт; частота вращения n = 104 об/мин; среднее эффективное давление p_e = 1,92 МПа; удельный расход топлива g_e = 181,7 г/(кВт·ч); давление наддува (абсолютное) p_K = 0,38 МПа; температура воздуха в воздушном ресивере

t_K=42°C. Данный дизель является главным двигателем (ГД) контейнеровоза водоизмещением 88473 тонн, длина судна 292 м. ГД работает на гребной винт фиксированного шага по винтовой характеристике. ГД и ВДГ судна работают на едином топливе марки RMG380.

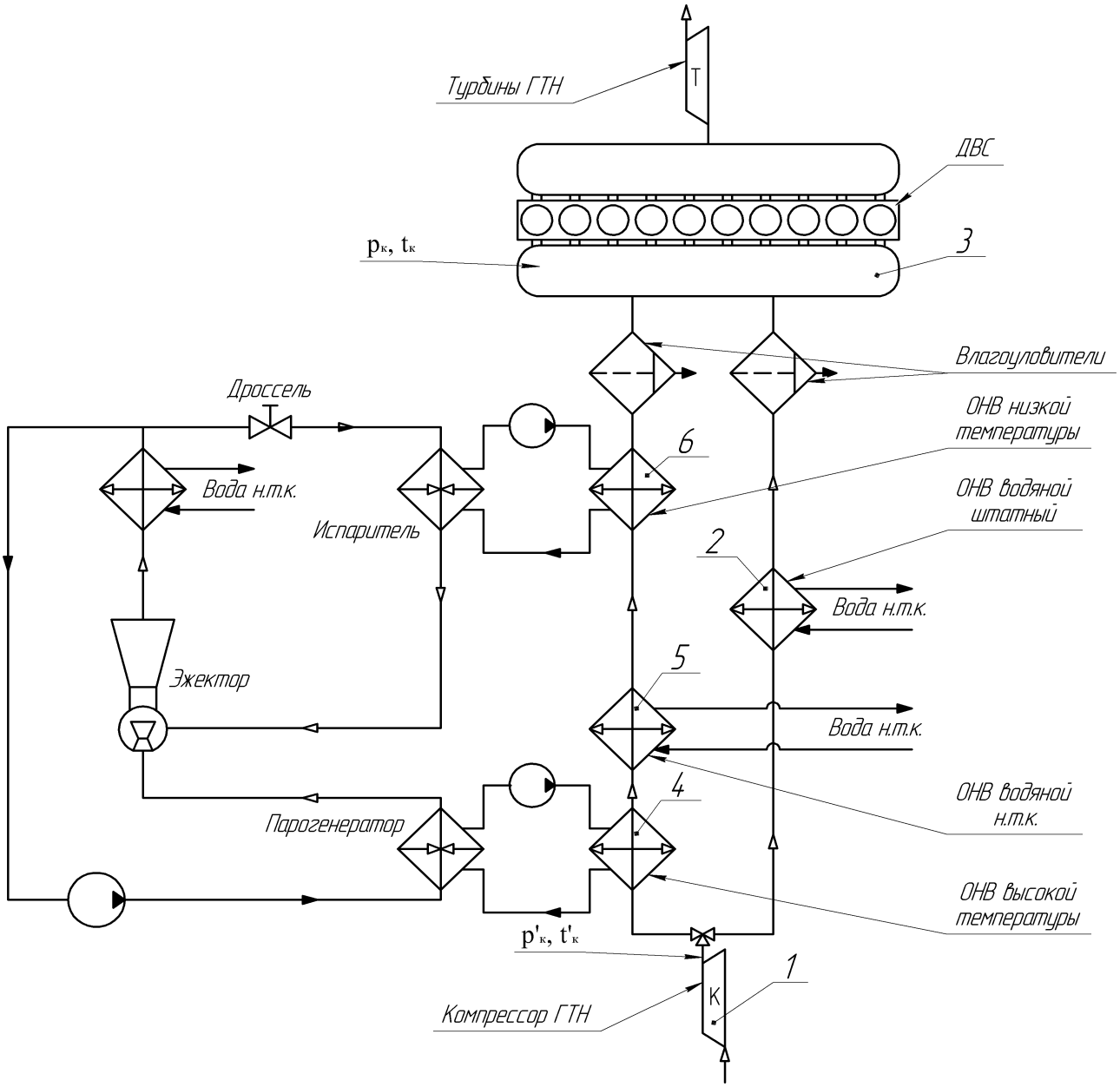


Рисунок 2 – Принципиальная схема модернизированной системы охлаждения наддувочного воздуха судового дизеля

Предварительно была выполнена серия расчетов штатного двигателя в диапазоне нагрузок 75…100 % мощности. Для этого использовалась расчетная программа DIESEL-K, разработанная на кафедре судовых энергетических

установок КГМТУ [12]. В результате расчетов были определены значения параметров рабочего процесса штатного дизеля в указанном диапазоне нагрузок. При этом также использовались данные технической документации двигателя и результаты его испытаний, а также материалы источника [13]. Кроме того, учитывалось то, двигатель работает по винтовой характеристике согласно общеизвестной формуле $Ne = C \cdot n^3$, где C – постоянный коэффициент.

Затем были рассчитаны конструктивные и эксплуатационные параметры элементов ЭХУ для модернизации данного двигателя. Расчеты проводились по методикам, изложенным в [11, 14-18], а также с использованием данных судовой документации. В результате этих расчетов были определены значения параметров холодильного цикла ЭХУ (при работе на фреоне R142b), а также конструктивных и эксплуатационных параметров элементов системы.

Основные результаты расчета холодильной установки:

- общий тепловой коэффициент ЭХУ $\xi = 0,39$;

- площади теплопередачи в теплообменных аппаратах ЭХУ: парогенератора 430 м^2, конденсатора 1624 м^2, испарителя 319 м^2;

- длина эжектора 2,1 м;

- расходы фреона: через парогенератор 15,2 кг/с, через испаритель 7,7 кг/с;

- потребляемая мощность для обеспечения работы ЭХУ 189 кВт.

Отметим, что для обеспечения функционирования ЭХУ необходима работа четырех насосов (фреоновый насос, насос охлаждения конденсатора и два насоса рассольных систем парогенератора и испарителя, см. рис. 1, 2), запитываемых от ВДГ судовой электростанции.

Далее была выполнена серия расчетов двигателя с модернизированной системой охлаждения воздуха в диапазоне нагрузок 75…100% мощности. Результаты расчетов представлены на рис. 3.

Анализ результатов расчетов показывает, что предлагаемая система глубокого охлаждения наддувочного воздуха ДВС является эффективной не

только на одном (номинальном) режиме работы, но и в диапазоне нагрузок. Экономичность модернизированного дизеля возрастает, поскольку удельный расход топлива снижается на 2,7…3,1 г/(кВт·ч) (рис. 3б). Одновременно с этим снижается тепловая напряженность ДВС, о чем свидетельствуют изменения параметров $t_Г$ и α. Температура отработавших газов снижается на 26,7…35,3 °С, коэффициент избытка воздуха повышается на 0,22…0,28 (рис. 3в, г).

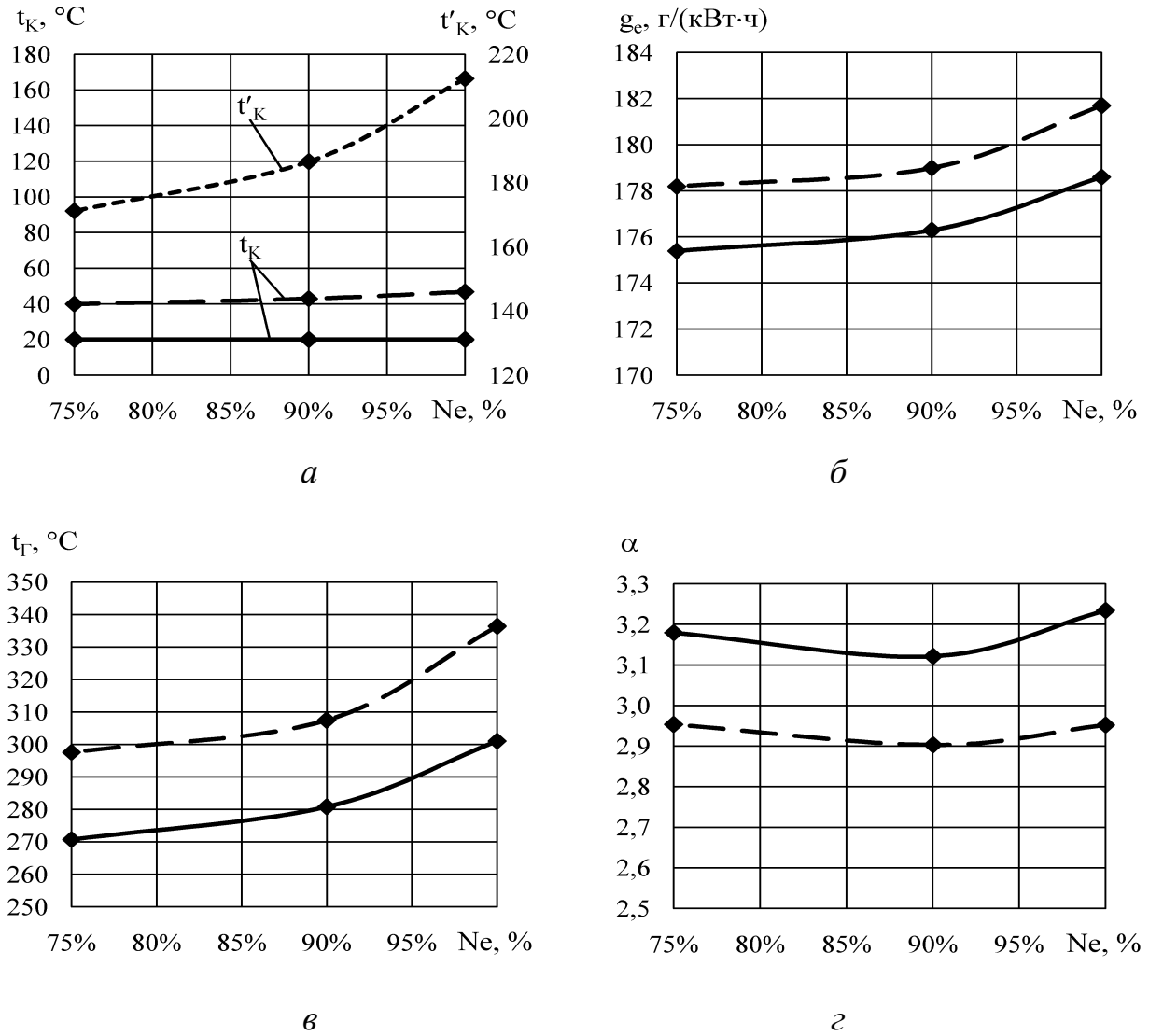


Рисунок 3 – Параметры рабочего процесса дизеля в зависимости то мощности:

а – температуры воздуха после ГТН t'_K и в воздушном ресивере t_K;

б – удельный расход топлива g_e; *в* – температура отработавших газов за цилиндром $t_Г$; *г* – коэффициент избытка воздуха α;

——— – модернизированный дизель; - - - - - – штатный дизель

Наряду с улучшением показателей работы ДВС, имеет место повышение мощности, потребляемой от судовой электростанции для обеспечения работы холодильной установки. В таблице 1 приведены сравнительные данные для анализа влияния указанного фактора на номинальном режиме работы ГД рассмотренного судна. Согласно расчетным данным положительный эффект от снижения суточного расхода топлива ГД (-4,481 тонн/сутки) заметно превышает отрицательный эффект от увеличения суточного расхода топлива ВДГ (+0,862 тонн/сутки). Общий суточный расход топлива ГД и ВДГ снижается на 3,619 тонн/сутки, что свидетельствует об экономической целесообразности внедрения данной системы.

Таблица 1 – Эффективность СЭУ со штатным и модернизированным ГД

Наименование	Штатный вариант	Модернизированный вариант
Мощность ГД Ne, кВт (%)	60237	60237
Удельный расход топлива ГД ge, г/кВт*ч	181,7	178,6
Снижение удельного расхода топлива ГД ge, г/кВт*ч	-	-3,1
Мощность ВДГ, кВт	6000	6189
Суточный расход топлива ГД, тонн/сутки	262,681	258,200
Снижение суточного расхода топлива ГД, тонн/сутки	-	-4,481
Суточный расход топлива ВДГ, тонн/сутки	27,360	28,222
Увеличение суточного расхода топлива ВДГ, тонн/сутки	-	+0,862
Общий суточный расход топлива ГД и ВДГ, тонн/сутки	290,041	286,422
Общее снижение суточного расхода топлива ГД и ВДГ, тонн/сутки (%)	-	-3,619 (-1,25%)

На основе выполненных расчетов также был разработан эскизный инженерно-технический проект предлагаемой модернизации рассматриваемого дизеля. Выполнена конструкторская проработка эжектора, теплообменных аппаратов ЭХУ, воздухопроводов и т.д. В качестве примера на рисунке 4 показана конструкция тракта охлаждения наддувочного воздуха судового дизеля.

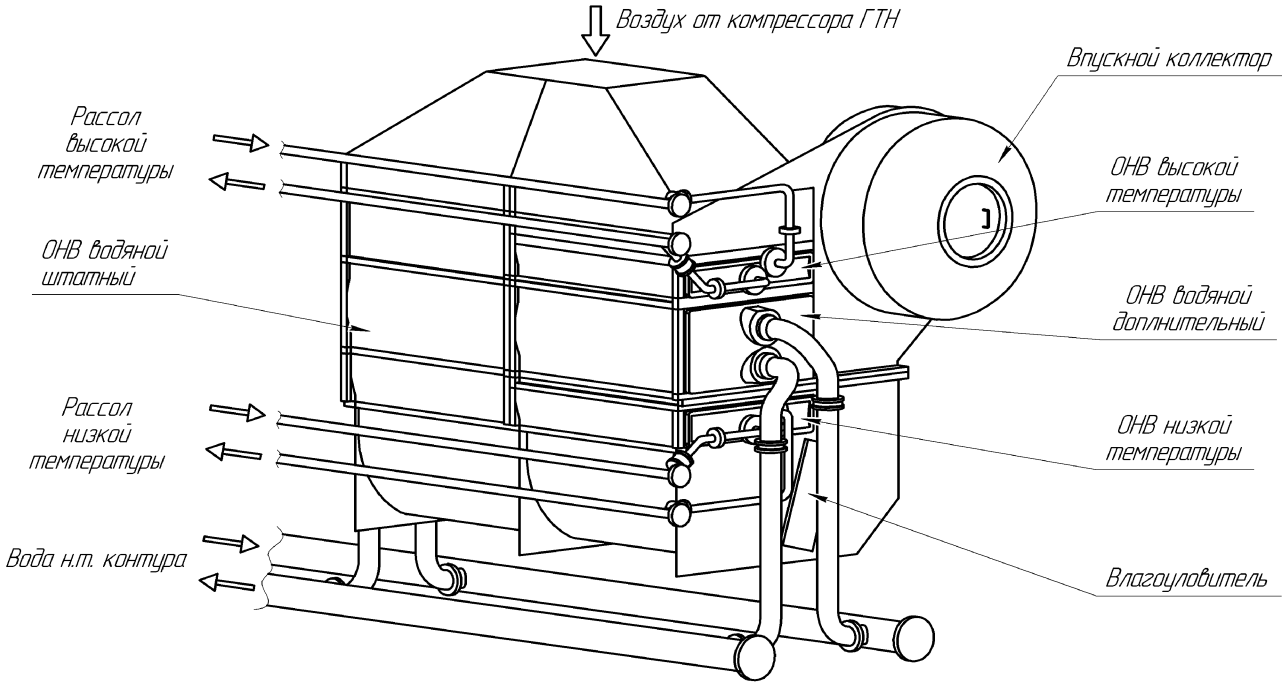


Рисунок 4 – Конструкция тракта охлаждения наддувочного воздуха судового дизеля

Выводы

1. Выполненный расчетный анализ показал, что глубокое охлаждение наддувочного воздуха дизеля с помощью утилизационной холодильной установки является эффективным мероприятием во всем диапазоне нагрузочных режимов работы двигателя. Топливная экономичность дизеля возрастает. Одновременно увеличивается ресурс его ответственных деталей за счет снижения тепловой напряженности работы ДВС.

2. Снижение расхода топлива дизеля сопровождается увеличением потребляемой мощности судовой электростанции. Выполненный анализ показал, что применение утилизационной (а не обычной) холодильной установки позволяет обеспечить повышение общей эксплуатационной эффективности всей СЭУ (точнее, ГД и ВДГ) за счет полезного использования тепловых потерь самого двигателя.

Полученные результаты будут полезны для дальнейших исследований и практического внедрения систем глубокого охлаждения наддувочного воздуха судовых дизелей.

Список использованной литературы:

1. *Самсонов В.И., Худов Н.И.* Двигатели внутреннего сгорания морских судов: учебник. М.: Транспорт, 1990. 368 с.
2. *Овсянников М.К., Петухов В.А.* Дизели в пропульсивном комплексе морских судов: справочник. Л.: Судостроение, 1987. 256 с.
3. *Гаврилов В.С., Камкин С.В., Шмелев В.П.* Техническая эксплуатация судовых дизельных установок. М.: Транспорт, 1985. 288 с.
4. *Kuiken K.* Diesel engines for ship propulsion and power plants from 0 to 100,000 kW. Onnen, Netherlands: Target Global Energy Training, 2008. 363 p.
5. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main engine operation of MAN B&W two-stroke engines. Copenhagen, MAN Diesel & Turbo, 2006, 20 p. URL: https://docplayer.net/28073989-Influence-of-ambient-temperature-conditions-main-engine-operation-of-man-b-w-two-stroke-engines.html (дата обращения: 20.04.2021).
6. *Горбенко А. Н., Кукушкин М.Ю.* Влияние атмосферных условий на эффективность испарительного охлаждения наддувочного воздуха судового дизеля // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2020. Вып. 2. С. 72-81. URL: https://www.ejkgmtu.ru (дата обращения: 20.04.2021).
7. *Андреев А.А., Радченко Н.И.* Сокращение затрат на охлаждение наддувочного воздуха судовых малооборотных дизелей // Двигатели внутреннего сгорания. Харьков, 2008. №2. С. 64-67.
8. *Сирота А.А., Радченко Н.И.* Влияние эксплуатационных факторов и системы охлаждения на температуру надувочного воздуха на входе в цилиндры судовых дизелей // Двигатели внутреннего сгорания. Харьков, 2013. № 2. С. 116-120.
9. *Андреев А.А., Радченко Н.И., Сирота А.А.* Сравнительная оценка охлаждения надувочного воздуха главного судового дизеля с утилизацией его теплоты забортной водой // Авиационно-космическая техника и технология. Харьков, 2013. № 2 (99). С. 92-96.
10. *Радченко Р.Н.* Анализ альтернативных вариантов охлаждения циклового воздуха малооборотного дизеля транспортного судна // Авиационно-космическая техника и технология. Харьков, 2014. № 5 (112). С. 104-108.
11. *Радченко Р.Н., Богданов Н.С., Стахель А., Андреев А.А.* Рациональное проектирование теплоиспользующей системы охлаждение надувочного воздуха главного судового дизеля // Сборник научных работ НУК. Николаев: Национальный университет кораблестроения, 2015. № 4. С. 23-29.
12. *Конюков В.Л., Богатырева Е.В., Лубянко В.Н.* Анализ эксплуатационных характеристик двигателя 6 ЧНСП 18/22 при различном сопротивлении выпускного тракта // Рыбное хозяйство Украины. 2013. № 4. С. 40-44.
13. *Возницкий И.В.* MAN B&W. Двигатели модельного ряда MC 50-98. Конструкция, эксплуатация и техническое обслуживание. СПб: Моркнига, 2008. 260 с.
14. *Захаров Ю.В.* Судовые установки кондиционирования воздуха и холодильные машины. Л.: Судостроение, 1972. 568 с.
15. NIST Standard Reference Database. NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database (REFPROP). URL: https://www.nist.gov/srd/refprop (дата обращения: 20.04.2021).
16. Соколов Е.Я. Зингер Н.М. Струйные аппараты. М.: Энергоатомиздат, 1989. 352 с.
17. *Буяджи А.Д.* Повышение эффективности процессов термотрансформации в автономных эжекторных холодильных машинах: автореф. дис. … канд. техн. наук: 05.05.14 / Алексей Дмитриевич Буяджи. Одесса, 2016. 21 с.
18. *Загоруйко В.А., Голиков А.А.* Судовая холодильная техника. К.: Наукова думка, 2000. 607с.

References:

1. Samsonov V.I., Hudov N.I. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya morskih sudov* [Marine Internal combustion engines]. Moscow, Transport Publ., 1990, 368 p. (In Russian).
2. Ovsyannikov M.K., Petukhov V.A. *Dizeli v propul'sivnom komplekse morskih sudov* [Diesels in the propulsive complex of marine vessels]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1987, 256 p. (In Russian).
3. Gavrilov V.S., Kamkin S.V., Shmelev V.T. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya sudovykh dizelnykh ustanovok* [Technical operation of marine diesel installations]. Moscow, Transport Publ., 1985, 288 p. (In Russian).
4. Kuiken K. Diesel engines for ship propulsion and power plants from 0 to 100,000 kW. Onnen, Netherlands, Target Global Energy Training, 2008, 363 p. (In English).
5. Influence of Ambient Temperature Conditions on Main engine operation of MAN B&W two-stroke engines. Copenhagen, MAN Diesel & Turbo, 2006, 20 p. (In English). Available at: https://docplayer.net/28073989-Influence-of-ambient-temperature-conditions-main-engine-operation-of-man-b-w-two-stroke-engines.html (accessed 20.04.2021).
6. Gorbenko A.N., Kukushkin M.Yu. Vliyanie atmosfernyh uslovij na effektivnost' isparitel'nogo ohlazhdeniya nadduvochnogo vozduha sudovogo dizelya [The influence of atmospheric conditions on the efficiency of charge air evaporative cooling of a ship diesel]. *Vestnik Kerchenskogo gosudarstvennogo morskogo tekhnologicheskogo universiteta* [Bulletin of the Kerch State Maritime Technological University], 2020, iss. 2, pp. 72-81. (In Russian).
7. Andreev A.A., Radchenko N.I. Sokrashchenie zatrat na ohlazhdenie nadduvochnogo vozduha sudovyh malooborotnyh dizelej [Reducing the cost of cooling the charge air of marine low-speed diesel engines]. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya* [Internal combustion engines]. Kharkov, 2008, iss. 2, pp. 64-67. (In Russian).
8. Sirota A.A., Radchenko N.I. Vliyanie ekspluatacionnyh faktorov i sistemy ohlazhdeniya na temperaturu naduvochnogo vozduha na vhode v cilindry sudovyh dizelej [Influence of operational factors and the cooling system on the temperature of the charge air at the inlet to the cylinders of marine diesel engines]. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya* [Internal combustion engines]. Kharkov, 2013, iss. 2, pp. 116-120. (In Russian).
9. Andreev A.A., Radchenko N.I., Sirota A.A. Sravnitel'naya ocenka ohlazhdeniya naduvochnogo vozduha glavnogo sudovogo dizelya s utilizaciej ego teploty zabortnoj vodoj [Comparative evaluation of the cooling of the charge air of the main marine diesel engine with the utilization of its heat by seawater]. *Aviacionno-kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya* [Aerospace technics and technology]. Kharkov, 2013, iss. 2 (99), pp. 92-96. (In Russian).
10. Radchenko R.N. Analiz al'ternativnyh variantov ohlazhdeniya ciklovogo vozduha malooborotnogo dizelya transportnogo sudna [Analysis of alternative options for cooling the cyclic air of a low-speed diesel engine of a transport ship]. *Aviacionno-kosmicheskaya tekhnika i tekhnologiya* [Aerospace technics and technology]. Kharkov, 2014, iss. 5 (112), pp. 104-108. (In Russian).
11. Radchenko R.N., Bogdanov N.S., Stahel' A., Andreev A.A. Racional'noe proektirovanie teploispol'zuyushchej sistemy ohlazhdenie naduvochnogo vozduha glavnogo sudovogo dizelya [Rational design of a heat recovery system for cooling the scavenge air of the main ship diesel engine considering the seasonal climate conditions]. *Zbirnyk naukovykh prats NUK* [Collection of Scientific Publications of NUS]. Nikolaev, National University of Shipbuilding, 2015, iss. 4, pp. 23-29. (In Russian).
12. Konyukov V.L., Bogatyreva E.V., Lubyanko V.N. Analiz ekspluatacionnyh harakteristik dvigatelya 6 ChNSP 18/22 pri razlichnom soprotivlenii vypusknogo trakta [Analysis of the operational characteristics of the engine 6 ChNSP 18/22 with different resistance of the exhaust gas tract]. *Rybnoe hozyajstvo Ukrainy* [Fishing industry of Ukraine], 2013, iss. 4, pp. 40-44. (In Russian).
13. Voznickij I.V. *MAN B&W. Dvigateli model'nogo ryada MS 50-98* [MAN B&W. Engines of the

model range MC 50-98]. St. Petersburg, Morkniga Publ., 2008, 260 p. (In Russian).
14. Zaharov Yu.V. *Sudovye ustanovki kondicionirovaniya vozduha i holodil'nye mashiny* [Marine air conditioning and refrigeration machines]. Leningrad, Sudostroenie Publ., 1972, 568 p. (In Russian).
15. NIST Standard Reference Database. NIST Reference Fluid Thermodynamic and Transport Properties Database (REFPROP). (In English). Available at: https://www.nist.gov/srd/refprop (accessed 20.04.2021).
16. Sokolov E.Ya., Zinger N.M. *Strujnye apparaty* [Jet devices]. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1989, 352 p. (In Russian).
17. Buyadzhi A.D. *Povyshenie effektivnosti processov termotransformacii v avtonomnyh ezhektornyh holodil'nyh mashinah. Avtoref. diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improving the efficiency of thermal transformation processes in autonomous ejector refrigerating machines. Cand. tech. sci. diss. abstr.]. Odessa, 2016, 21 p. (In Russian).
18. Zagorujko V.A., Golikov A.A. *Sudovaya holodil'naya tekhnika* [Marine refrigeration technology]. Kiev, Naukova dumka Publ., 2000, 607 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Горбенко Александр Николаевич	канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок, Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 gan0941@yandex.ru
Gorbenko Alexander Nikolaevich	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of ship power plants Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 gan0941@yandex.ru
Кукушкин Михаил Юрьевич	инженер кафедры судовых энергетических установок Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 mihail_kukushkin.97@mail.ru
Kukushkin Mikhail Yuryevich	engineer at the Department of ship power plants Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 mihail_kukushkin.97@mail.ru

УДК 621.43.018.7:536.8 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_103**

Конюков В.Л.

АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ ПРОТИВОДАВЛЕНИЯ ГАЗОВЫПУСКНОЙ СИСТЕМЫ СУДОВОГО ДИЗЕЛЯ НА ДАВЛЕНИЕ НАДДУВА

Аннотация. Главные судовые дизели выполняются, как правило, форсированными по давлению наддува, которое существенно влияет на характеристики воздушного заряда. Масса воздушного заряда и его располагаемая работа увеличиваются с повышением давления наддува, это, во многом, предопределяет эксплуатационные характеристики и параметры дизеля и, в первую очередь, его экономичность. Техническая документация на эксплуатацию дизеля включает результаты тестовых заводских испытаний, которые получены для конкретного значения газодинамического сопротивления выпускной системы. Судовая система газоотвода определяется типом и назначением судна. Ее газодинамическое сопротивление может существенно отличаться от сопротивления заводской системы газоотвода, что отразится на эксплуатационных характеристиках дизеля. При проведении расчетно-теоретических исследований дизелей возникает потребность в определении давления наддува при изменении сопротивления газовыпускной системы. В работе получено выражение для определения давления наддува дизеля при различном газодинамическом сопротивлении системы газоотвода. Это уравнение базируется на использовании характеристик и параметров, полученных при тестовых испытаниях дизеля на заводе-изготовителе. Приводится алгоритм расчетных операций, который выполняется методом последовательных приближений с использованием теплового расчета дизеля. Апробация предлагаемой методики выполнена для режима номинальной мощности четырехтактного судового дизеля 8L 58/64. Получены зависимости эксплуатационных показателей и параметров от противодавления на выпуске.

Ключевые слова: дизель, турбонаддувочный агрегат, давление наддува, параметры рабочего тела, газодинамическое сопротивление, эксплуатационные характеристики, газовыпускная система.

Konyukov V. L.

ANALYSIS OF THE EFFECT OF THE BACK PRESSURE OF THE GAS OUTLET SYSTEM OF A MARINE DIESEL ENGINE ON THE BOOST PRESSURE

Abstract. The main marine diesels are made, as a rule, forced by the boost pressure, which significantly affects the characteristics of the air charge. The mass of the air charge and its available work increase with an increase in the boost pressure, this largely determines the performance characteristics and parameters of the diesel engine and, first of all, its efficiency. The technical documentation for the operation of the diesel engine includes the results of test factory tests, which are obtained for a specific value of the gas-dynamic resistance of the exhaust system. The ship's gas drainage system is determined by the type and purpose of the vessel. Its gas-dynamic resistance may differ significantly from the resistance of the factory exhaust system, which will affect the performance of the diesel engine. When conducting computational and theoretical studies of diesel engines, there is a need to determine the boost pressure when the resistance of the gas outlet system changes. In this paper, an expression is obtained for determining the boost pressure of a diesel engine at different gas-dynamic resistance of the gas exhaust system. This equation is based on the use of the characteristics and parameters obtained during the test tests of the diesel engine at the manufacturer. The algorithm of calculation operations, which is performed by the method of

successive approximations using the thermal calculation of diesel, is given. The proposed method was tested for the rated power mode of a four-stroke marine diesel engine 8L 58/64. The dependences of operational parameters and parameters on the back pressure at the outlet are obtained.
Keywords: diesel engine, turbocharger unit, boost pressure, working fluid parameters, gas dynamic resistance, operational characteristics, gas exhaust system.

Введение

Постройка судового дизеля завершается тестовыми испытаниями на заводе-изготовителе. Полученные в результате заводских испытаний эксплуатационные характеристики и показатели принимают за эталонные и используют в процессе эксплуатации дизеля на судне. Как правило, заводские испытания проводятся при конкретных характеристиках системы отвода продуктов сгорания и системы воздухоснабжения. При проведении тестовых заводских испытаний дизель укомплектован вспомогательным оборудованием, в том числе турбонаддувочным агрегатом.

Если судовую дизельную установку представить в виде функциональной схемы, то такие элементы как дизель, турбокомпрессор, воздухоохладитель, система газоотвода, система подвода воздуха входят в эту схему в качестве последовательно соединенных функциональных блоков. Это означает, что изменение эксплуатационных характеристик любого из перечисленных блоков вызывает изменение эксплуатационных показателей и параметров каждого элемента функциональной схемы и дизельной установки в целом [1], [2].

При установке дизеля на судне для отвода продуктов сгорания топлива монтируется система газоотвода, трассировка и комплектация которой определяется типом и назначением судна [3]. Система газоотвода может включать специальное вспомогательное оборудование: глушители шума, искрогасители, утилизационные котлы. Каждый из перечисленных механизмов обладает конкретным газодинамическим сопротивлением, увеличивающим общее сопротивление системы газоотвода, которое зависит от режима работы дизеля. Таким образом, характеристика судовой системы газоотвода может существенно отличаться от системы газоотвода при проведении заводских

тестовых испытаний.

Опыт эксплуатации дизелей, установленных на судах различного назначения, показал, что газодинамическое сопротивление систем газоотвода находится в диапазоне 0,002-0,009 МПа [4]. Увеличение газодинамического сопротивления системы газоотвода повышает давление за турбиной, что снижает мощность турбины и компрессора и, как следствие, уменьшает давление наддува [5].

При уменьшении давления наддува изменяются эксплуатационные параметры дизеля, что отражается на его экономичности [6].

Целью работы является определение зависимости давления наддува дизеля от противодавления на выпуске продуктов сгорания топлива с использованием результатов его заводских испытаний.

Материалы и методы исследования

Результаты заводских тестовых испытаний дизеля для номинального режима (режима полной нагрузки) будем считать эталонными, показатели и параметры эталонного варианта обозначим индексом «э». Режим полной нагрузки дизеля, отличающийся от эталонного варианта давлением газа за турбиной (противодавлением), будем считать исследуемым вариантом.

Мощность турбины турбокомпрессора для исследуемого $N_{\text{Т}}$ и эталонного $N_{\text{ТЭ}}$ вариантов можно представить [7]:

$$N_{\text{Т}} = G_{\text{Г}} L_0 \eta_{\text{Т}}, \quad (1)$$

$$N_{\text{ТЭ}} = G_{\text{ТЭ}} L_{0\text{Э}} \eta_{\text{ТЭ}}, \quad (2)$$

где $G_{\text{Г}}$, $G_{\text{ГЭ}}$ – расход газа через турбину соответственно для исследуемого и эталонного варианта;

L_0, $L_{0\text{Э}}$ – располагаемая работа турбины соответственно для исследуемого и эталонного варианта;

$\eta_{\text{Т}}$, $\eta_{\text{ТЭ}}$ – КПД турбины соответственно для исследуемого и эталонного варианта.

Располагаемая работа турбины может быть выражена через параметры газа на входе и на выходе турбины:

$$L_0 = \frac{x}{x-1} R_{\text{Г}} T_t \left[1 - \left(\frac{p_{tt}}{p_t}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right], \quad (3)$$

$$L_{0\text{Э}} = \frac{x}{x-1} R_{\text{ГЭ}} T_{t\text{Э}} \left[1 - \left(\frac{p_{tt\text{Э}}}{p_{t\text{Э}}}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right], \quad (4)$$

где x – показатель адиабаты газа;

$R_{\text{Г}}$ – удельная газовая постоянная продуктов сгорания топлива;

T_t – температура газа на входе в турбину; p_t – давление газа на входе в турбину;

p_{tt} – давление газа за турбиной, которое определяется соотношением

$$p_{tt} = p_{\text{б}} + \Delta p_{\text{у}}, \quad (5)$$

где $p_{\text{б}}$ – барометрическое давление;

$\Delta p_{\text{у}}$ – газодинамическое сопротивление системы газоотвода (противодавление на выпуске), определяемое от сечения выходных кромок рабочих лопаток турбины до выходного среза дымовой трубы.

Поделим уравнение (1) на уравнение (2) и с учетом соотношений (3) и (4), получим

$$\frac{N_{\text{Т}}}{N_{\text{ТЭ}}} = \frac{G_{\text{Г}}}{G_{\text{ГЭ}}} \frac{T_t}{T_{t\text{Э}}} \frac{\left[1-\left(\frac{p_{tt}}{p_t}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}{\left[1-\left(\frac{p_{tt\text{Э}}}{p_{t\text{Э}}}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]} \frac{\eta_{\text{Т}}}{\eta_{\text{ТЭ}}}. \quad (6)$$

Мощности компрессора турбонаддувочного агрегата для исследуемого $N_К$ и эталонного$N_{КЭ}$ вариантов представим соотношениями [7]

$$N_k = GL_{\alpha k}\frac{1}{\eta_k}, \tag{7}$$

$$N_{k\text{Э}} = G_\text{Э}L_{\alpha k\text{Э}}\frac{1}{\eta_{k\text{Э}}}, \tag{8}$$

где G – расход воздуха через компрессор;

L_{ak} – адиабатная работа компрессора;

$\eta_к$ – КПД компрессора.

Адиабатную работу компрессора выразим через параметры воздуха

$$L_{\alpha k} = \frac{k}{k-1}RT_0\left[\left(\frac{p_k}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right], \tag{9}$$

$$L_{\alpha k\text{Э}} = \frac{k}{k-1}RT_{0\text{Э}}\left[\left(\frac{p_{k\text{Э}}}{p_{0\text{Э}}}\right)^{\frac{k-1}{k}} - 1\right], \tag{10}$$

где k – показатель адиабаты воздуха;

R – удельная газовая постоянная воздуха;

T_0, p_0 – соответственно температура и давление воздуха на входе в компрессор;

p_k – давление воздуха на выходе из компрессора.

Турбина и компрессор турбонаддувочного агрегата находятся на одном валу, поэтому имеют одинаковую частоту вращения, а мощность турбины больше мощности компрессора на величину механических потерь энергии, которые учитываются механическим КПД. В связи с этим можно записать

$$\frac{N_k}{N_{K\text{Э}}} = \frac{N_\text{Т}}{N_{\text{ТЭ}}}. \tag{11}$$

Учитывая соотношения (6) – (10) уравнение (11) можно представить

$$\frac{G}{G_Э}\frac{T_0}{T_{0Э}}\frac{\left[\left(\frac{p_k}{p_0}\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}{\left[\left(\frac{p_{kЭ}}{p_{0Э}}\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]}\frac{\eta_{kЭ}}{\eta_k}=\frac{G_Г}{G_{ГЭ}}\frac{T_t}{T_{tЭ}}\frac{\left[1-\left(\frac{p_{tt}}{p_t}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}{\left[1-\left(\frac{p_{ttЭ}}{p_{tЭ}}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}\frac{\eta_Т}{\eta_{ТЭ}}. \quad (12)$$

Давление воздуха за компрессором (перед воздухоохладителем) для исследуемого варианта будет равно

$$p_k = p_0\left\{1+\frac{G_Э}{G}\frac{G_Г}{G_{ГЭ}}\frac{T_{0Э}}{T_0}\frac{T_t}{T_{tЭ}}\frac{\eta_k}{\eta_{kЭ}}\frac{\eta_Т}{\eta_{ТЭ}}\left[\left(\frac{p_{kЭ}}{p_{0Э}}\right)^{\frac{k-1}{k}}-1\right]\frac{\left[1-\left(\frac{p_{tt}}{p_t}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}{\left[1-\left(\frac{p_{ttЭ}}{p_{tЭ}}\right)^{\frac{x-1}{x}}\right]}\right\}^{\frac{k}{k-1}}. \quad (13)$$

Давление воздуха перед впускными органами цилиндра (давление наддува) ниже давления $p_К$ на величину газодинамического сопротивления воздухоохладителя $\Delta p_{ВО}$, которое зависит от режима работы дизеля. Аналогичным образом изменяется газодинамическое сопротивление подводящего патрубка компрессора $\Delta p_{ВХ}$. Для исследуемого варианта указанные газодинамические сопротивления можно определить через их значения номинального режима, полученные при заводских испытаниях дизеля [4]:

$$\Delta p_{ВО} = \Delta p_{ВОЭ}\left(\frac{G}{G_Э}\right)^2, \quad (14)$$

$$\Delta p_{ВХ} = \Delta p_{ВХЭ}\left(\frac{G}{G_Э}\right)^2, \quad (15)$$

где $\Delta p_{ВОЭ}$, $\Delta p_{ВХЭ}$ – газодинамические сопротивления эталонного варианта соответственно воздухоохладителя и подводящего патрубка компрессора.

Таким образом, давление наддува $p_Н$ и давление перед рабочим колесом компрессора p_0 окончательно определяются соотношениями:

$$p_{\text{Н}} = p_{\text{К}} - \Delta p_{\text{ВО}}, \quad (16)$$

$$p_0 = p_{\text{б}} - \Delta p_{\text{ВХ}}. \quad (17)$$

Уравнения (12) и (13) получены из условия баланса мощностей компрессора и турбины турбонаддувочного агрегата и будут справедливы для бесконечно большого количества вариантов соотношений: $\frac{G}{G_{\text{Э}}}, \frac{G_{\text{Г}}}{G_{\text{ГЭ}}}, \frac{T_t}{T_{t\text{Э}}}, \frac{\eta_{k\text{Э}}}{\eta_k}, \frac{\eta_{\text{Т}}}{\eta_{\text{ТЭ}}}$. Перечисленные соотношения определяются процессами дизеля, турбины и компрессора. Для их вычисления выполнялся тепловой расчет по методике, в которой использовались проверенные алгоритмы тепловых и газодинамических расчетов дизелей [8].

Результаты исследования и их обсуждение

Для предварительной оценки давления наддува в первом приближении, отношения параметров $\frac{G}{G_{\text{Э}}}, \frac{G_{\text{Г}}}{G_{\text{ГЭ}}}, \frac{T_t}{T_{t\text{Э}}}, \frac{\eta_{k\text{Э}}}{\eta_k}, \frac{\eta_{\text{Т}}}{\eta_{\text{ТЭ}}}$, принимались равными единице, а давление газа перед турбиной выбиралось по результатам тестовых испытаний. По уравнениям (13) и (16) вычислялось $p_{\text{Н}}$ для исследуемого варианта противодавления на выхлопе с использованием необходимых эксплуатационных показателей эталонного варианта.. После этого выполнялся тепловой расчет дизеля с уточненным $p_{\text{Н}}$ и вычислялись отношения параметров $\frac{G}{G_{\text{Э}}}, \frac{G_{\text{Г}}}{G_{\text{ГЭ}}}, \frac{T_t}{T_{t\text{Э}}}, \frac{\eta_{k\text{Э}}}{\eta_k}, \frac{\eta_{\text{Т}}}{\eta_{\text{ТЭ}}}$, что позволяло найти новое уточненное значение давления наддува, которое сравнивалось с исходным значением $p_{\text{Н}}$. При необходимости тепловой расчет дизеля повторялся с целью получения более точного значения давления наддува.

Для апробации разработанной методики выбран четырехтактный среднеоборотный дизель 8L 58/64, используемый на морских судах в качестве главного двигателя, как с механической, так и с электрической передачей. Эксплуатация дизеля реализуется и по винтовой, и по нагрузочной характеристике. Номинальные показатели дизеля: эффективная мощность – 11 230 кВт; частота вращения коленчатого вала – 428 об/мин; число цилиндров –

8; диаметр поршня – 0,58 м; ход поршня – 0,64 м; давление наддува – 0,377 МПа. В качестве эталонного варианта дизеля принят режим номинальный мощности, для которого имеются показатели тестовых испытаний. Для этого варианта противодавление на выпуске имело значение 0,0031МПа. Исследования зависимости давления наддува проводились для диапазона газодинамического сопротивления газовыпускной системы (противодавления на выпуске) 0,001 – 0,012 МПа с сохранением мощности дизеля и частоты вращения коленчатого вала, соответствующих номинальному режиму. Результаты исследований обрабатывались в виде относительного отклонения параметров исследуемого варианта от соответствующих показателей эталонного варианта.

На рис. 1 представлены зависимости относительного изменения давления в характерных точках цикла дизеля от противодавления на выпуске.

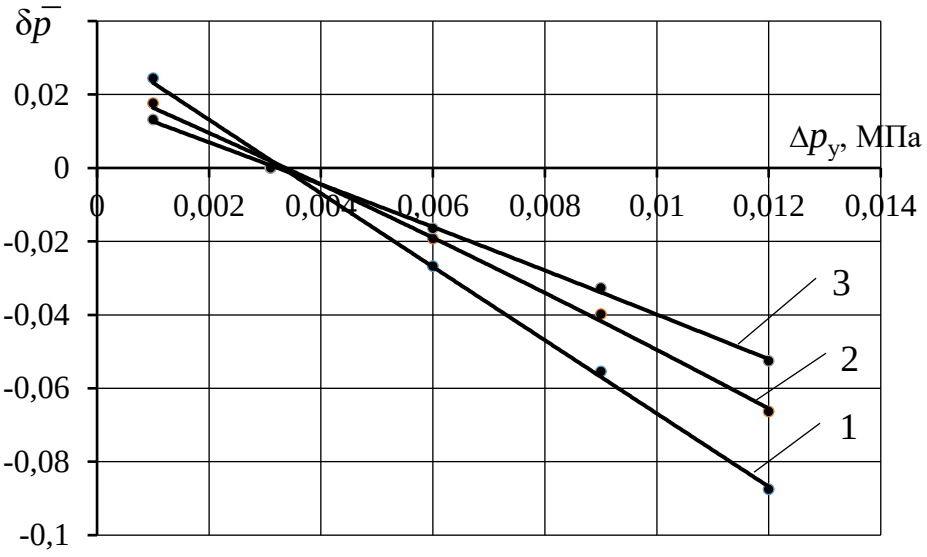


Рисунок 1 – Относительное изменение давления по циклу дизеля в зависимости от противодавления на выпуске:
1 – давление наддува; 2 – давление перед турбиной;
3 – максимальное давление сгорания топлива

Изменение давления рабочего тела для различных сечений проточной части дизеля при увеличении противодавления на выпуске носит линейный характер. При этом наиболее интенсивно снижается давление наддува, а наименее интенсивно – максимальное давление по циклу. Изменение давления в характерных точках цикла однозначно отражается на изменении мощности турбины и компрессора турбонаддувочного агрегата. На рис. 2 представлены зависимости относительных изменений мощности компрессора $\delta\bar{N}_К$, его степени повышения давления $\delta\bar{\pi}_К$ и расхода воздуха $\delta\bar{G}$ от противодавления на выпуске. Следует заметить, что зависимость относительного расхода воздуха совпадает с зависимостью относительной степени повышения давления.

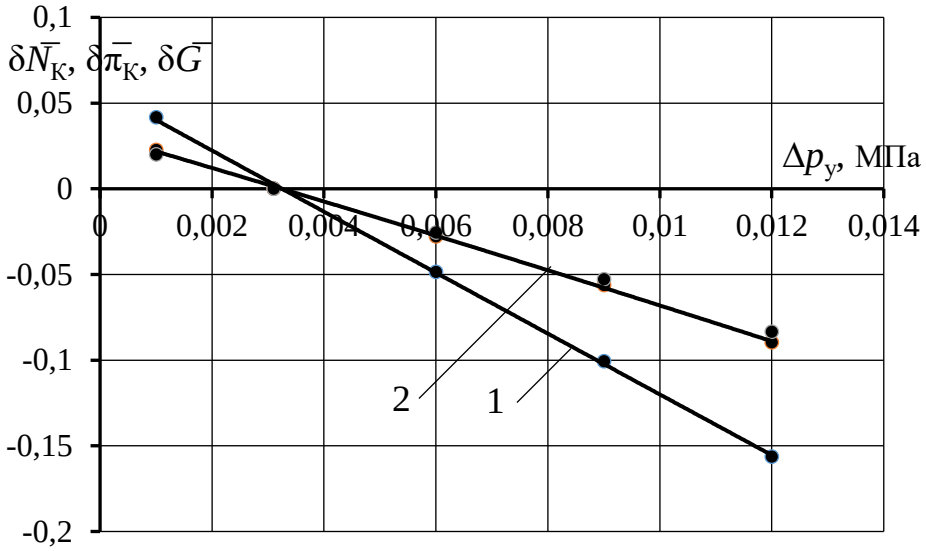


Рисунок 2 – Зависимости относительных показателей компрессора от противодавления на выпуске: 1 – относительная мощность компрессора; 2 – степень повышения давления компрессора; расход воздуха

Увеличение газодинамического сопротивления выпускной системы на 0,011МПа вызывает снижение мощности газовой турбины турбокомпрессора почти на 20 %. При этом давление газа за турбиной увеличивается на 11 % (см. рис. 3).

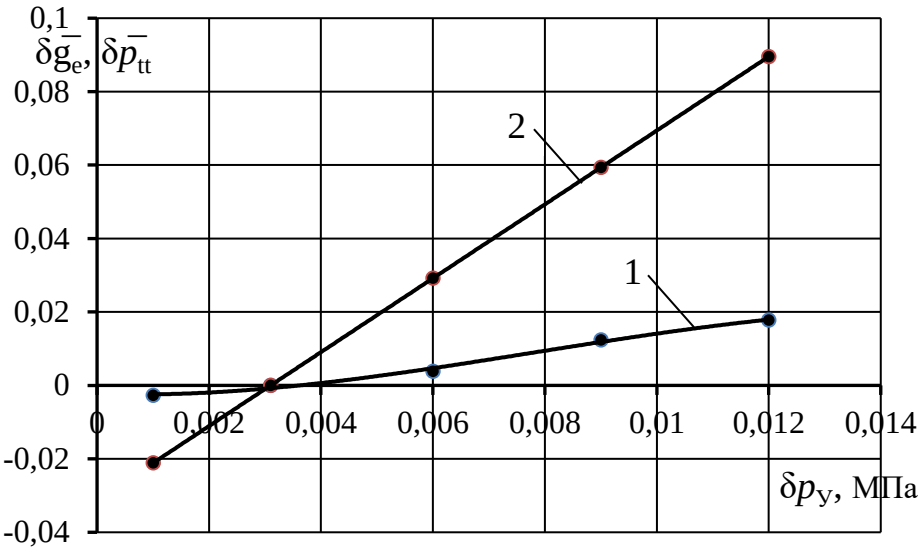


Рисунок 3 – Зависимости относительного удельного эффективного расхода топлива (линия 1) и относительного давления за турбиной (линия 2) от противодавления на выпуске

Снижение давления наддува приводит к уменьшению массы воздушного заряда цилиндра и понижению его располагаемой работы, что негативно отражается на экономичности дизеля. При повышении противодавления на выпуске на 0,011 МПа удельный эффективный расход топлива увеличивается на 2 %.

Выводы

В работе получено выражение для определения давления наддува дизеля при различном газодинамическом сопротивлении системы газоотвода. Это уравнение базируется на использовании характеристик и параметров, полученных при тестовых испытаниях дизеля на заводе-изготовителе. Приводится алгоритм выполнения расчетных операций.

Давление наддува определяется методом последовательных приближений с использованием теплового расчета дизеля. В результате теплового расчета дизеля выполняется уточнение показателей и параметров, что позволяет повысить точность вычисления давления наддува.

Апробация предлагаемой методики выполнена для режима номинальной

мощности четырехтактного судового дизеля 8L 58/64. Получены зависимости эксплуатационных показателей и параметров от противодавления на выпуске.

Разработанную методику рекомендуется использовать при расчетно-теоретическом исследовании дизелей в широком диапазоне относительных мощностей с различным газодинамическим сопротивлением выпускной системы.

Список использованной литературы:

1. *Смирнов О.Р., Юдицкий Ф.Л.* Надежность судовых энергетических установок. Л.: Судостроение, 1974. 280 с.
2. *Равин А.А.* Диагностическое обеспечение судового энергетического оборудования: автореф. дис. … д-ра техн. наук: 05.08.05 / Александр Александрович Равин. Санкт-Петербург, 2016. 40 с.
3. *Артемов Г.А., Волошин В.П., Шквар А.Я., Шостак В.П.* Системы судовых энергетических установок: учебное пособие. Л.: Судостроение, 1990. 376 с.
4. *Гаврилов В.С., Камкин С.В., Шмелев В.П.* Техническая эксплуатация судовых дизельных установок: учебное пособие. М.: Транспорт, 1985. 288 с.
5. *Камкин С.В., Возницкий И.В., Шмелев В.П.* Эксплуатация судовых дизелей: учебник. М.: Транспорт, 1990. 344 с.
6. *Лебедев О.Н., Сомов В.А., Калашников С.А.* Двигатели внутреннего сгорания речных судов. М.: Транспорт, 1990. 219 с.
7. *Байков Б.П., Бордуков В.Г., Иванов П.В.* Турбокомпрессоры для наддува дизелей: справочное пособие. Л.: Машиностроение, 1975. 200 с.
8. *Конюков В.Л.* Анализ эксплуатационных характеристик дизеля 7S50MC при непосредственном управлении расходом воздуха // Вестник Астраханского государственного технического университета. Серия: Морская техника и технология. 2020. № 1. С. 72-82. DOI: 10.24143/2073-1574-2020-1-72-82.

References:

1. Smirnov O.R., Yuditskiy F.L. *Nadezhnost sudovykh energeticheskikh ustanovok* [Reliability of marine power plants]. Leningrad, Sudostroyeniye Publ., 1974, 280 p. (In Russian).
2. Ravin A.A. *Diagnosticheskoye obespecheniye sudovogo energeticheskogo oborudovaniya*. *Avtoref. diss. … dokt, tekhn. nauk* [Diagnostic support of marine power equipment. Dr. engin. sci. diss.]. St. Petersburg, 2016, 40 p. (In Russian).
3. Artemov G.A., Voloshin V.P., Shkvar A.Ya., Shostak V.P. *Sistemy sudovykh energeticheskikh ustanovok* [Marine power plant systems]. Leningrad, Sudostroyeniye Publ., 1990, 376 p. (In Russian).
4. Gavrilov V.S., Kamkin S.V., Shmelev V.P. *Tekhnicheskaya ekspluatatsiya sudovykh dizelnykh ustanovok* [Technical operation of marine diesel installations]. Moscow, Transport Publ., 1985, 288 p. (In Russian).
5. Kamkin S.V., Voznitskiy I.V., Shmelev V.P. *Ekspluatatsiya sudovykh dizeley* [Operation of marine diesel engines]. Moscow, Transport Publ., 1990, 344 p. (In Russian).
6. Lebedev O.N., Somov V.A., Kalashnikov S.A. *Dvigateli vnutrennego sgoraniya rechnykh sudov* [Internal combustion engines of river vessels]. Moscow, Transport Publ., 1990, 219 p. (In Russian).
7. Baykov B.P., Bordukov V.G., Ivanov P.V. *Turbokompressory dlya nadduva dizeley*

[Turbochargers for supercharging diesel engines]. Leningrad, Mashinostroyeniye Publ., 1975, 200 p. (In Russian).

8. Konyukov V.L. Analiz ekspluatatsionnykh kharakteristik dizelya 7S50MC pri neposredstvennom upravlenii raskhodom vozdukha [Analysis of the performance characteristics of the 7S50MC diesel engine with direct air flow control]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta. Seriya: Morskaya tekhnika i tekhnologiya* [Bulletin of the Astrakhan State Technical University. Series: Marine engineering and Technology], 2020, no. 1, pp. 72-82. (In Russian). DOI: 10.24143/2073-1574-2020-1-72-82.

Сведения об авторах / Information about authors

Конюков Вячеслав Леонтьевич
канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
seykgmtu@gmail.com

Konyukov Viacheslav
Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the department of ship power plants
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crime, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
seykgmtu@gmail.com

УДК 629.5.064 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_115**

Сычев Д.В., Ениватов В.В., Овчаренко И.К.

ПРИМЕНЕНИЕ ГАЗОЖИДКОСТНОЙ ИНТЕНСИФИКАЦИИ ТЕПЛООТДАЧИ В ЗАМКНУТЫХ СИСТЕМАХ ОХЛАЖДЕНИЯ ПРИ ДВИЖЕНИИ СУДНА

Аннотация. В статье рассмотрены основные недостатки разомкнутой системы охлаждения судовой энергетической установки такие как: засорение системы, снижение надежности, увеличение отказов. Сделан вывод о целесообразности использования замкнутой системы охлаждения, которая имеет ряд эксплуатационных преимуществ и является наиболее выгодной с точки зрения экономии и экологии, что крайне важно в нынешнее время. В качестве устройства теплоотвода рассматриваются судовые обшивочные теплообменные аппараты. Интенсификацию теплоотвода в замкнутых системах возможно реализовывать различными способами, однако наиболее эффективно это будет проявляться при внедрении системы подачи сжатого газа на поверхности теплообмена со стороны забортной воды. На основе анализа скорости потока омывающей теплоотводящую поверхность жидкости выполнена оценка скорости движения судна для обеспечения сопоставимых коэффициентов теплоотдачи. Рассмотрены условия работы системы подачи газа при движении судна, что изменяет условия формирования газожидкостных струй вдоль поверхности теплообменного аппарата. Следовательно, возникает необходимость анализа условий работы судовых обшивочных аппаратов замкнутых систем охлаждения не только во время стоянки судна, но и на ходу, причем на всех режимах эксплуатации.
Ключевые слова: судовая энергетическая установка, замкнутая система охлаждения, интенсификация теплообмена, теплообменный аппарат, эксплуатационные режимы.

Sychev D.V., Enivatov V.V., Ovcharenko I.K.

APPLICATION OF GAS-LIQUID INTENSIFICATION HEAT TRANSFER IN CLOSED COOLING SYSTEMS DURING SHIP MOVEMENT

Abstract. The main disadvantages of an open-loop cooling system of a ship power plant, such as clogging of the system, reduced reliability, increased failures are shown It is concluded that a closed loop cooling system has a number of operational advantages. Actually, this system is the most beneficial in aspects of economy and ecology. The ship shell heat exchangers are considered. As most effective method of heat transfer intensification in closed cooling systems compressed air supply system on the heat exchange surface from the seawater side is considered. On the basis of the analysis of the flow velocity rate of the liquid along the heat transfer surface, the estimation of the vessel's speed was made to ensure comparable heat transfer coefficients. The operating conditions associated with the compressed gas supply during the movement of the ship are studied, which changes the conditions for the formation of gas-liquid jets along the surface of the heat exchanger. It becomes necessary to analyze the operating conditions of the ship shell heat exchangers of closed loop cooling systems in all operating conditions.
Keywords: ship power plant, closed loop cooling system, intensification of heat transfer, heat exchanger, operation mode.

Введение. В настоящее время в судовой практике применение разомкнутой системы охлаждения не редкость. Принцип ее работы основан на

двухконтурном охлаждении энергетической установки. Изначально осуществляется подача специально подготовленной дистиллированной воды к энергетическому оборудованию с последующим ее нагревом, а затем охлаждение реализуется с помощью внешнего забортного контура [1, 2]. Несмотря на широкое применение таких систем, они имеют ряд недостатков, связанных с эксплуатационными особенностями. Забортная вода является агрессивной средой, которая отрицательно воздействует на надежность элементов внешнего контура, засоряет его, что снижает эффективность системы и энергетической установки в целом.

Обоснованными преимуществами перед разомкнутыми системами, обладают замкнутые системы охлаждения (ЗСО), в которых отсутствует циркуляция забортной воды [1]. Суть данного метода охлаждения заключается в движении теплоносителя в замкнутых системах, то есть теплоноситель может отдавать теплоту забортной воде в устройствах теплоотвода различных судовых конструкций. Среди них судовые обшивочные теплообменные аппараты, погружные теплообменные аппараты, аппараты выносимые за пределы обшивки корпуса судна, и др. С точки зрения выполнения условия соблюдения целостности корпуса судна и сохранения его обводов, целесообразно оснащение ЗСО судовыми обшивочными охладителями.

В ходе анализа существующих проблем, связанных с охлаждением судовой энергетической установки были рассмотрены альтернативные методы поддержания заданного температурного режима в замкнутых системах охлаждения, включая процессы теплопередачи и ее интенсификации применительно к судовым обшивочным теплообменным аппаратам (СОТОА) [1, 3].

Неблагоприятным эксплуатационным режимом функционирования устройств теплоотвода, является режим, когда судно неподвижно относительно воды (стояночный режим). В приведенном варианте существенно понижается коэффициент теплоотдачи наружной поверхности обшивки корпуса судна

относительно забортной воды при свободной конвекции. С учетом практических условий эксплуатации СОТОА, целесообразна их установка в днищевой части судна. Данный фактор обосновывается большей площадью днищевой поверхности по сравнению с бортовой, что в свою очередь качественно влияет на теплообмен. Анализируя сравнительно невысокие коэффициенты теплоотдачи в рассматриваемом варианте, возможно реализовать полезное количество теплоты с помощью СОТОА.

Подача сжатого газа на обшивку корпуса судна является довольно распространенным способом решения круга задач по повышению его мореходных качеств путем улучшения гидродинамических характеристик корпуса судна. При проектировании судов стремятся снизить сопротивление корпуса, что является наиболее эффективным способом снижения эксплуатационных расходов и выполнения международных критериев по сокращению выбросов CO_2. Сопротивление трения всегда пропорционально смоченной поверхности судна и обычно составляет более 60 % буксировочного сопротивления; следовательно, желание уменьшить площадь смачиваемой поверхности представляет собой активный исследовательский интерес.

Наряду с указанными преимуществами подача воздуха может быть использована и для интенсификации теплоотвода замкнутых систем охлаждения [1, 3].

Исходя из поставленных требований, преимуществом обладает подача воздуха на теплоотдающую поверхность с целью организации газожидкостных струй. Используемый для интенсификации сжатый газ, в частности воздух, является довольно распространенной на судне рабочей средой. К тому же такой способ интенсификации достаточно легко реализуем на судах.

Интенсификации теплоотдачи от одиночной вертикальной теплоотдающей поверхности СОТОА, с формированием у наружной поверхности теплоотдачи затопленной газожидкостной струи посвящена работа [1]. В результате удалось существенно (в ряде случаев в 20…25 раз) увеличить

тепловой поток к забортной воде.

Для сочетания рассмотренных эффектов при подаче воздуха на поверхность обшивки корпуса, необходимо изучение условий формирования и течения газо-жидкостных струй вдоль теплоотводящих поверхностей судовых обшивочных теплообменных аппаратов при движении судна.

Целью исследования является анализ возможности применения газожидкостной интенсификации теплоотдачи в замкнутых системах охлаждения при движении судна.

Материалы и методы исследования. Поскольку эффективность устройств теплоотвода, как конечного теплоотводящего элемента ЗСО, в значительной степени определяет массогабаритные характеристики системы, рассмотрим основные методы повышения эффективности теплоотвода через судовую обшивку. Особо следует отметить, что требуемый эффект должен быть достигнут сравнительно простыми средствами, преимущественно уже имеющимися на судах. При этом необходимо исключить отрицательное воздействие на экипаж и окружающую среду.

Учитывая конструктивные особенности обшивочного теплообменного аппарата, невозможно использование оребрения, ультразвукового и вибрационного воздействия. В частности, оребрение наружной поверхности СОТОА ухудшает не только его массогабаритные показатели, но и приводит к увеличению стоимости и сложности очистки от загрязнения и обрастателей, отрицательно сказывается на гидродинамических показателях при движении судна. Кроме того, низкочастотные вибрации, как и ультразвук, которые могут использоваться для интенсификации теплоотдачи, оказывают негативное воздействие на организм человека.

Интенсификация теплоотвода путем газожидкостной интенсификации помимо надежности, экономичности, простоты обслуживания, также положительно воздействует на мореходные качества судна. При реализации процесса уменьшения сопротивления движения воды об днищевую

поверхность корпуса, принято подавать дозированными порциями сжатый воздух [4-6]. Для повышения ледопроходности судов, фирмой «Вяртсиля» разработано и внедрено пневмоомывающее устройство, в котором сжатый воздух подается на подготовленную область днищевой обшивки судна. После чего образовавшиеся потоки воды и воздуха осуществляют отвод мелких ледовых масс от корпуса судна. Рассмотренный процесс позволяет своевременно предотвращать образование на днищевой части корпуса ледяных наростов, которые могут повышать сопротивление при ходовом режиме эксплуатации судна. Схожие устройства применимы с практической точки зрения на судах ледового класса.

Снижение сопротивления движению судна, может достигаться с помощью использования системы подачи воздуха на его корпус, приведенной на рисунке 1. Система состоит из расположенных поперечных рядов на днище и наклоненных под положительным углом атаки к набегающему потоку воды выступов с размещенными непосредственно за ними отверстиями, которые через выполненные в корпусе судна каналы сообщены с атмосферой. С целью снижения сопротивления воды об днищевую часть судна и увеличения количества подаваемого на днище воздуха, выступы расположены в шахматном порядке и каждая пара предыдущего ряда образует перед выступом последующего ряда сужающийся канал [4, 5].

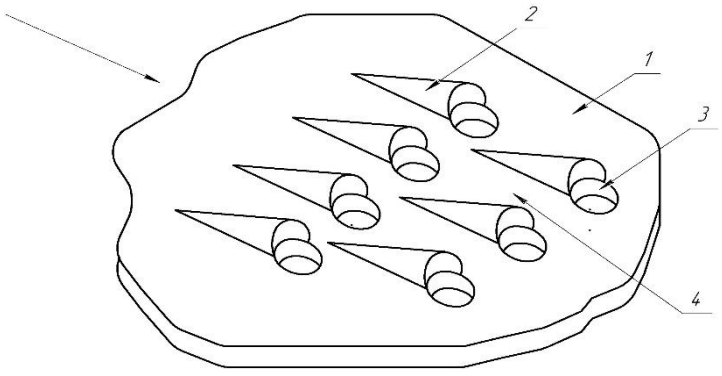


Рисунок 1 – Система подачи воздуха на днище:
1 – корпус судна; 2 – выступы; 3 – отверстия; 4 – сужающийся канал

При движении судна за выступами образуется разрежение, за счет чего из атмосферы через каналы и отверстия происходит подсос воздуха, который в виде пузырьков равномерно распределяется по поверхности днища судна. Наличие между каждой парой выступов одного ряда сужающегося канала, образованного боковыми поверхностями этих выступов, приводит к местному сужению потока воды и увеличению его скорости. Это, в свою очередь, приводит к образованию необходимого разряжения, образовавшегося с помощью процесса протекания воды через технологические выступы ряда. Разряжение дополнительно влияет на увеличение подсоса воздуха через отверстия. Однако, при стоянке судна подача воздуха без применения дополнительных компрессоров не возможна, что накладывает ограничение на использование данного устройства для интенсификации теплоотвода ЗСО.

Рассмотренный метод подачи воздуха на обшивку корпуса судна при его движении целесообразно применять для интенсификации теплообмена ЗСО, повышая при этом эффективность энергетической установки в целом за счет исключения затрат энергии на сжатие воздуха в компрессоре.

Процесс омывания газожидкостной струёй поверхностей обшивочного теплообменного аппарата во время хода судна (рис. 2) протекает с изменением скорости движения газо-жидкостной струи, углом ее раскрытия и площадью взаимодействия. Возникнет задача установки системы подачи газа на корпус судна с учетом условий эксплуатации (скорость судна, течение, осадка).

Во время хода судна на его скорость и режим работы СЭУ влияет ряд факторов: течение, установленный режим хода судна и др. Необходимо установить в системе подачи газа дополнительные устройства подачи воздуха, которые будут задействованы в зависимости от условий плавания судна. В противном случае формирование газожидкостных струй у поверхности теплообмена будет реализовано неэффективно. Механизм взаимодействия газожидкостного потока с поверхностью теплоотвода в условиях движения судна сложен и недостаточно исследован, поэтому определение расчетных зависимостей на данном этапе невозможно.

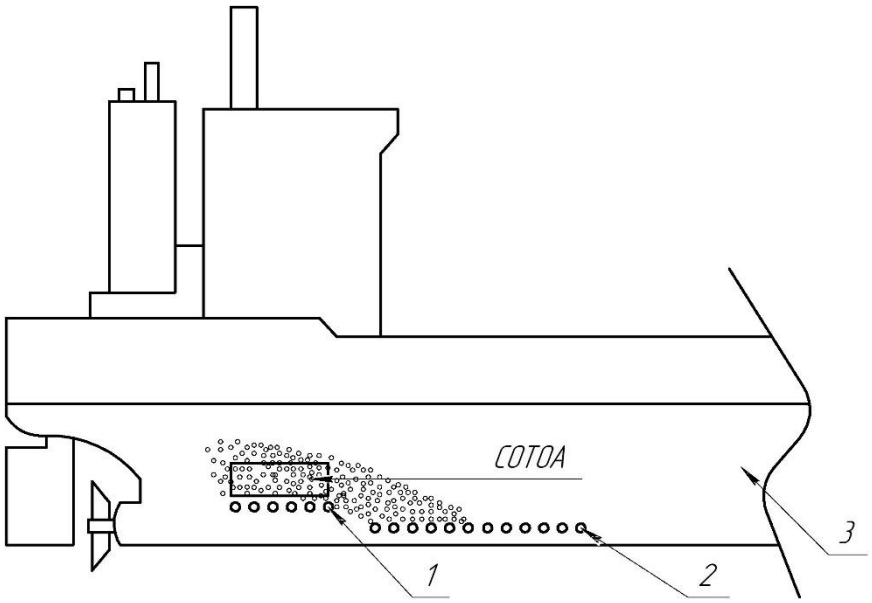


Рисунок 2 – Подача воздуха на корпус судна во время хода судна:
1 – отверстия для системы подачи газа во время стоянки судна; 2 – отверстия для системы подачи газа во время хода судна; 3 – корпус судна

На процессы формирования и омывания газожидкостной струёй поверхностей обшивочного теплообменного аппарата во время стоянки судна (рис. 3) оказывает влияние удельный расход воздуха (объемный расход воздуха на метр длины коллектора) [1], а также угол наклона обшивки корпуса [3].

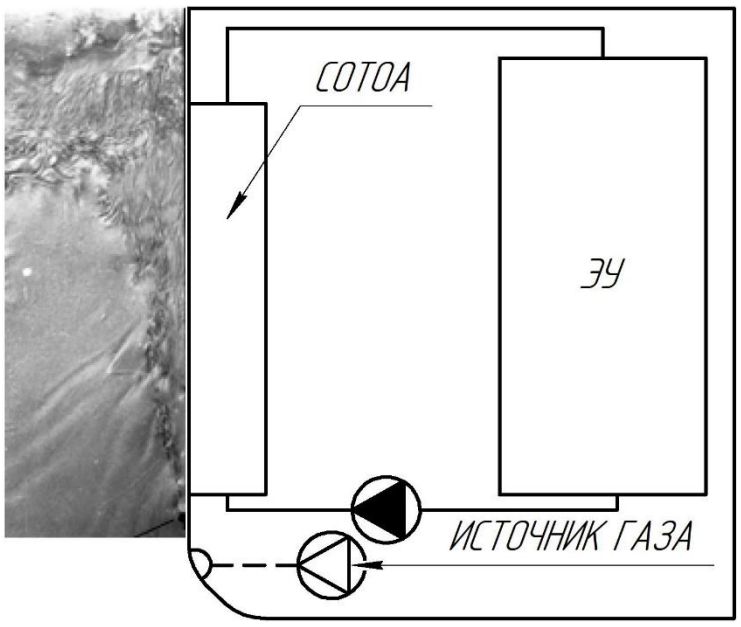


Рисунок 3 – Подача воздуха на корпус судна во время стоянки судна [1]

В работе предпринята попытка сопоставления результатов, полученных на основании зависимостей теплоотвода поверхностей обшивочных теплообменных аппаратов с существующими зависимостями для теплоотдачи одиночной поверхности, омываемой вынужденным потоком жидкости.

Анализируя существующие зависимости, представленные на рисунке 4, и сравнивая действительные коэффициенты теплоотдачи поверхностей СОТОА, возможно сделать вывод, что для обеспечения высоких коэффициентов теплоотдачи необходимо постоянно обеспечивать высокую скорость протока. Сопоставимые значения коэффициентов теплоотдачи поверхностей СОТОА обеспечиваются применением газожидкостной интенсификации. Основываясь на имеющихся данных, полученных опытным путем, интенсификация проходит при численных показателях удельных расходах подаваемого воздуха в пределах $0{,}1\cdot10^{-3}$ – $1{,}15\cdot10^{-3}$ м^2/с [3].

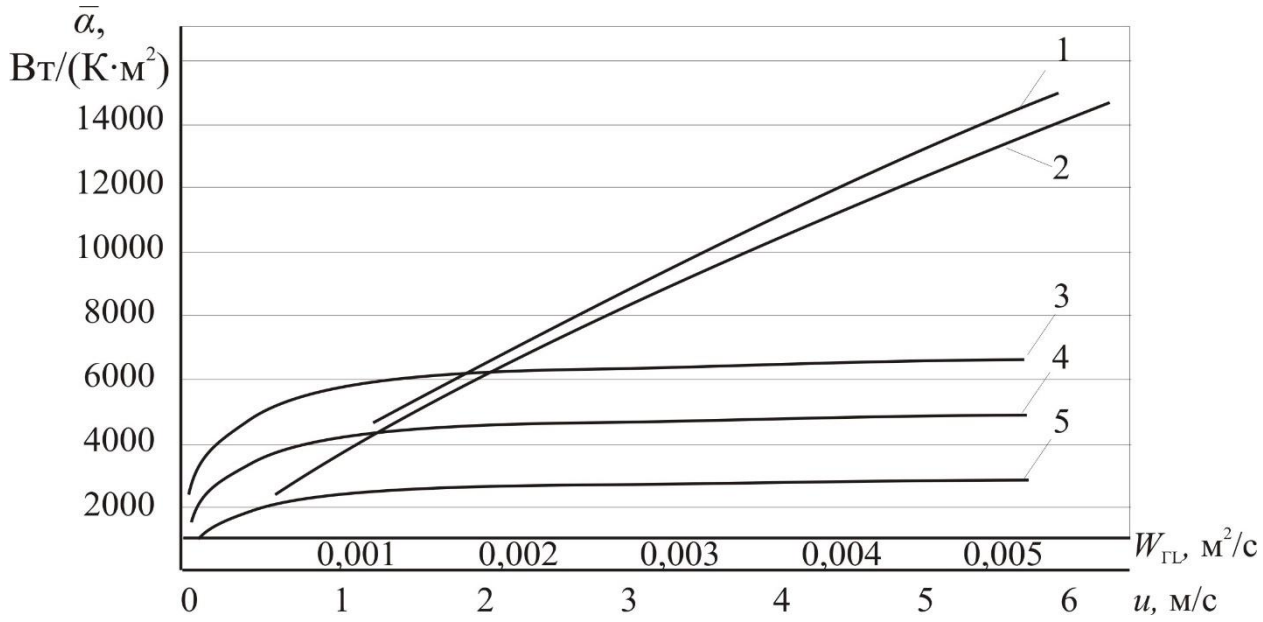


Рисунок 4 – Сопоставление теплоотвода газожидкостными струями с данными для вынужденного омывания теплоотдающей поверхности жидкостью 1 – $\overline{Nu} = 0{,}037\,Re^{0,8}\,Pr_{ж}^{0,43}\left(Pr_{ж}/Pr_{c}\right)^{0,25}$ [7]; 2 – $\overline{Nu} = 0{,}037\,Re^{0,8}\,Pr_{ж}^{0,43}$ [7]; 3...5 – по зависимостям для углов наклона обшивки –30°, –60° и –80° соответственно [3]

Используя зависимости [10], полученные на основе результатов экспериментов с плоской пластиной, минимальным количеством воздуха, необходимого для получения эффекта снижения буксировочного сопротивления, можно судить о квадратичной зависимости между расходом воздуха и скоростью движения судна. При больших расходах воздуха, подаваемого на теплоотводящую поверхность, возможно значительное снижение теплоотдачи, связанного с вытеснением от поверхности СОТОА жидкости. Особенно существенным это может быть на участках корпуса с большими углами наклона и днищевыми СОТОА.

Возникает необходимость сравнительного анализа затрат энергетических параметров, влияющих непосредственно на процесс создания вынужденных потоков жидкости, с затратами формирования газожидкостной струи в условиях неполного омывания поверхности корпуса. По известным результатам исследований [11] судно с использованием воздуха в качестве смазочной среды показало экономию пропульсивного комплекса на 5-20 %. Необходимо выполнить анализ энергетической эффективности замкнутых систем охлаждения СЭУ с использованием газожидкостной интенсификации теплоотдачи от наклонных поверхностей СОТОА, также может быть учтено при оценке энергетической эффективности судна [8, 12].

Следует также оценить изменения упора винта, при натекании на него газожидкостных потоков с корпуса судна.

Выводы. Проблема повышения эффективности эксплуатации судовой энергетической установки является актуальной в первую очередь для судов технического флота, большую часть времени работающих в условиях мелководной загрязненной акватории. При этом по сравнению с разомкнутыми системами переход на замкнутые систем охлаждения обеспечивает большую надежность, экологическую безопасность эксплуатации судовой энергетической установки.

Соответственно необходимо разработать метод интенсификации

теплоотдачи не только для режима хода судна, но и во время стоянки.

В процессе автоматизации теплообмена, проблематичным аспектом является изменения неблагоприятных режимов хода судна, когда при различных его скоростях, пузырьки сжатого газа будут вести себя неупорядоченно.

Выполненный обзор научных работ по данному вопросу показал, что из известных методов интенсификации теплоотдачи в СОТОА, наиболее простым, является метод подачи сжатого газа с целью создания газожидкостных струй. Данный метод применим на практике и разработан только для СОТОА, расположенных на вертикальных участках судовой обшивки.

Экспериментальную модель работы ЗСО и устройства теплоотвода, использующего газожидкостную струю, в условиях неподвижной морской воды, а также во время хода судна, может быть выполнена на основе проведения специальных исследований газожидкостного метода повышения эффективности работы систем.

Наблюдающаяся на практике неравномерность загрузки СЭУ и, как следствие, теплоотвода ЗСО, а также различные режимы работы судна, определяют необходимость рассмотрения вопроса разработки систем автоматического управления системой. Наряду с упомянутой выше достоверной методикой тепло-гидравлического расчета, возможно обеспечить более широкое внедрение на практике судостроения.

Осуществлять интенсификацию теплоотдачи от наружной поверхности наклонного обшивочного теплообменного аппарата к забортной воде посредством формирования газожидкостных струй представляется перспективным. Однако, изменения скорости хода суда существенно влияет на характер течения пристенных газожидкостных струй и не позволяет применить на практике известные результаты исследований. Кроме того, внедрение системы подачи воздуха позволит эксплуатировать энергетические установки более эффективно и одновременно улучшить мореходные качества судов.

Список использованной литературы:

1. *Федоровский К.Ю.* Устройства и системы охлаждения энергетических установок морских технических средств: дис. … д-ра техн. наук: 05.08.05 / Константин Юрьевич Федоровский. Севастополь, 1991. 347 с.
2. *Ajay M.* Pressure Vessels and Heat Exchangers. Handbook of Mechanical Engineering. Springer, 2009. P. 947-966.
3. *Ениватов В.В.* Повышение эффективности систем охлаждения энергетических установок с отводом теплоты через судовую обшивку: дис. … канд. техн. наук: 05.05.03 / Валерий Владимирович Ениватов. Севастополь, 2014. 139 с.
4. А.с. № 1273292 СССР. Судно с системой подачи воздуха на его днище / А.Е. Недобежкин. Бюл. изобр. 1986. № 44.
5. Патент № 390999 СССР. Способ уменьшения сопротивления движению судна / И.Г. Горчко, В. И. Шуметов. B63B1/38. 1973. Бюл. № 31.
6. *Butterworth J., Atlar M., Shi W.* Experimental analysis of an air cavity concept applied on a ship hull to improve the hull resistance // Ocean Engineering. 2015. Vol. 110. P. 2-10. DOI: 0.1016/j.oceaneng.2015.10.022.
7. *Кутателадзе С.С.* Теплопередача и гидродинамическое сопротивление: Справочное пособие. М.: Энергоатомиздат, 1990. 367 с.
8. *Шурпяк В.К.* Учет особенностей систем охлаждения при оценке энергетической эффективности судов // Научно-техн. сб. Российского морского регистра судоходства. 2014. Вып. 37. С. 51-55.
9. *Moriguchi Y., Kato H.* Influence of microbubble diameter and distribution on frictional resistance reduction // Journal of marine science and technology. 2002. Vol. 7. P. 79-85.
10. *Mäkiharju S.A., Perlin M., Ceccio S.L.* On the energy economics of air lubrication drag reduction // International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering. 2012. No. 4 (4). P. 412-422.
11. DK-GROUP, 2010. “Air Lubrication” Ship Design: Technology. URL: https://www.marineinsight.com/green-shipping/how-air-lubrication-system-for-ships-work (дата обращения: 21.04.2021).
12. Technical and Operational Measures. International Maritime Organization. URL: https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx (дата обращения: 21.04.21).

References:

1. Fedorovskiy K.Yu. *Ustroystva i sistemy okhlazhdeniya energeticheskikh ustanovok morskikh tekhnicheskikh sredstv. Diss. ... dokt. tekhn. nauk* [Devices and cooling systems for power installations of marine technical equipment. Dr. tech. sci. diss.]. Sevastopol', 1991, 347 p. (In Russian).
2. Ajay M. Pressure Vessels and Heat Exchangers. Handbook of Mechanical Engineering. *Springer*, 2009, pp. 947-966. (In English).
3. Yenivatov V.V. *Povysheniye effektivnosti sistem okhlazhdeniya energeticheskikh ustanovok s otvodom teploty cherez sudovuyu obshivku. Diss. ... kand. tekhn. nauk* [Improving the efficiency of cooling systems of power plants with heat removal through the ship's skin. Cand. tech. sci. diss.]. Sevastopol', 2014, 139 p. (In Russian).
4. Nedobezhkin A.Ye. *Sudno s sistemoy podachi vozdukha na yego dnishche* [A vessel with an air supply system on its bottom]. Author’s licence no. 1273292 USSR, 1986, no. 14. (In Russian).
5. Gorchko I.G., Shumetov V.I. *Sposob umen'sheniya soprotivleniya dvizheniyu sudna* [Method of reducing the resistance to the movement of the vessel]. Patent USSR no. 390999, B63B1/38, 1975. (In Russian).
6. Butterworth J., Atlar M., Shi W. Experimental analysis of an air cavity concept applied on a ship hull to improve the hull resistance. *Ocean Engineering*, 2015, vol. 110, pp. 2-10. (In

English). DOI: 0.1016/j.oceaneng.2015.10.022
7. Kutateladze S.S. *Teploperedacha i gidrodinamicheskoye soprotivleniye*. Moscow, Energoatomizdat Publ., 1990, 367 p. (In Russian).
8. Shurpyak V.K. Uchet osobennostey sistem okhlazhdeniya pri otsenke energeticheskoy effektivnosti sudov [Accounting for the features of cooling systems in assessing the energy efficiency of ships]. *Nauchno-tekhnicheskij sbornik Rossijskogo morskogo registra sudohodstva* [Scientific and Technical Collection of the Russian Maritime Register of Shipping], 2014, issue 37, pp. 51-55. (In Russian).
9. Moriguchi Y., Kato H. Influence of microbubble diameter and distribution on frictional resistance reduction. *Journal of marine science and technology*, 2002, vol. 7, pp. 79-85. (In English).
10. Mäkiharju, S.A., Perlin, M., Ceccio, S.L. On the energy economics of air lubrication drag reduction. *International Journal of Naval Architecture and Ocean Engineering*, 2012, no. 4 (4), pp. 412-422. (In English).
11. DK-GROUP, 2010. “Air Lubrication” Ship Design: Technology. (In English). Available at: https://www.marineinsight.com/green-shipping/how-air-lubrication-system-for-ships-work (accessed 21.04.21).
12. Technical and Operational Measures. International Maritime Organization. (In English). Available at: https://www.imo.org/en/OurWork/Environment/Pages/Technical-and-Operational-Measures.aspx (accessed 21.04.21).

Сведения об авторах / Information about authors

Сычев	аспирант кафедры судовых энергетических установок
Дмитрий	Керченский государственный морской технологический университет
Викторович	298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
Sychev	graduate student at the Department of Ship Power Plants
Dmitriy	Kerch State Maritime Technological University
Viktorovich	298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
Ениватов	канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок
Валерий	Керченский государственный морской технологический университет
Владимирович	298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
	valeriy.enivatov@gmail.com
Enivatov	Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of Ship Power Plants
Valeriy	Kerch State Maritime Technological University
Vladimirovich	298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
	valeriy.enivatov@gmail.com
Овчаренко	ассистент кафедры судовых энергетических установок
Игорь	Керченский государственный морской технологический университет
Константинович	298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
	i.ovcharenko@rambler.ru
Ovcharenko	assistant at the Department of Ship Power Plants
Igor	Kerch State Maritime Technological University
Konstantinovich	298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
	i.ovcharenko@rambler.ru

УДК 631.1 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_127**

Антипов С.Т., Панфилов В.А.

ТЕХНОЛОГИИ АПК БУДУЩЕГО И ОПЕРЕЖАЮЩЕЕ ИНЖЕНЕРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ

Аннотация. Статья посвящена некоторым аспектам создания технологий и техники будущего агропромышленного комплекса России. В центре внимания находится зависимость решения вопросов форсированного развития АПК от интеллектуализации образовательного процесса в высшей школе. Круг обсуждаемых вопросов включает: роль фундаментальной науки в развитии агропромышленного комплекса страны; новую парадигму научной деятельности; тесную взаимосвязь учёных сельского хозяйства и учёных пищевого и перерабатывающего секторов АПК; качество инженерного образования; концепцию опережающего образования и её принципиальную ориентацию на будущее; переход от суммы разрозненных специальных знаний к системе знаний в виде комплекта учебников по специальным дисциплинам; описание комплекта из 19 книг «Инженерия техники пищевых технологий». Особое внимание уделено взаимосвязи облика будущего АПК и системы опережающего инженерного образования.
Ключевые слова: будущее АПК России, форсированное развитие технологий, фундаментальная наука, новая идеология научной деятельности в АПК, качество инженерного образования, концепция опережающего образования, комплект учебников по специальным дисциплинам, инженерия техники пищевых технологий, интеллектуализация образовательного процесса.

Antipov S.T., Panfilov V.A.

FUTURE AGRIBUSINESS TECHNOLOGIES AND ADVANCED ENGINEERING EDUCATION

Abstract. The article is devoted to some aspects of creating technologies and equipment for the future agro-industrial complex of Russia. The focus is on the dependence of the solution of the issues of forced development of the agro-industrial complex on the intellectualization of the educational process in higher education. The range of issues discussed includes: the role of basic science in the development of the agro-industrial complex of the country; a new paradigm of scientific activity; the close relationship of agricultural scientists and scientists of the food and processing sectors of the agro-industrial complex; the quality of engineering education; the concept of advanced education and its fundamental orientation for the future; the transition from the sum of disparate special knowledge to a system of knowledge in the form of a set of textbooks on special disciplines; the description of a set of 19 books "Engineering of food technology technology". Special attention is paid to the relationship between the image of the future agro-industrial complex and the system of advanced engineering education.
Keywords: the future of the Russian agro-industrial complex, accelerated technology development, fundamental science, new ideology of scientific activity in the agro-industrial complex, quality of engineering education, the concept of advanced education, a set of textbooks on special disciplines, engineering of food technology technology, intellectualization of the educational process.

Введение

Будущее АПК России естественно связывать с новым обликом сельского хозяйства, перерабатывающей и пищевой промышленности, который, прежде

всего, должен быть представлен новыми технологиями.

В XXI веке прогрессирующая урбанизация населения и необходимость обеспечить продовольственную безопасность до предела обострят проблему форсированного развития технологий основных продуктов питания. Форсированное развитие – это процесс не столько отталкивания от прошлого, сколько процесс притяжения к будущему. В этой связи облик будущего должен быть достаточно убедительно представлен, то есть не только спрогнозирован, но и частично спланирован.

Учитывая то обстоятельство, что в ведущих странах мира ориентировочно с 2025 года начнётся реализация так называемого Шестого технологического уклада [1], а АПК России ещё во многом базируется на реликтовых Третьем и Четвёртом укладах и только втягивается в Пятый технологический уклад, надо задуматься над тем, как не отстать в решении проблемы национальной продовольственной безопасности [2, 3].

Общество, которое стремиться заглянуть в своё «завтра», как бы устремляется в будущее и для него ход исторического процесса развития ускоряется.

Цель исследования – показать тесную связь между решением проблемы создания технологий и техники будущего АПК и необходимостью организации системы опережающего инженерного образования.

Результаты исследования и их обсуждение. Сегодня Россия устремляется в будущее своей истории. Поэтому и мы, работники АПК, не можем не заглядывать (прогнозировать, предвидеть, планировать, проектировать) в будущее своих технологий.

Чем динамичнее развивается общество, тем более значимо оно воспринимает социологические интервалы времени, стараясь заглянуть в своё завтра по всем азимутам.

Для эффективной жизнедеятельности и стремительного развития АПК нужны фундаментальные знания, потому что именно такие знания, значительно

опережающие инженерию, позволяют приближать будущее, не предаваясь фантазиям. Мы живём в насквозь технологизированном мире, который развивается ускоренно [4].

Фундаментальная наука – это совершенно особая сфера человеческой деятельности, результатом которой является новое знание, работающее на «будущее»: вскрытые механизмы явлений, впервые установленные закономерности процессов, новые свойства известных и вновь полученных сред, систематизация абстрактных и реальных объектов, дающая возможность предвидеть и прогнозировать. У фундаментальной науки есть множество положительных аспектов: широта охвата народно-хозяйственной проблемы, возможность концентрации больших усилий на узком направлении, независимость от сиюминутных интересов, обмен информацией с коллегами при организации конференций, коллоквиумов и семинаров, создание научной школы.

Технологии АПК будущего – это новое сырьё и новые свойства традиционного сырья, новые способы преобразования исходного сельскохозяйственного сырья в продукты питания, новые методы энергоподвода в технологических процессах (прежде всего, через электромагнитные, звуковые и механические колебания), новые рецептуры продуктов питания человека, новые упаковочные материалы, не загрязняющие окружающую среду, гибкие технологии, обеспечивающие широчайший ассортимент пищевых продуктов и высокое их качество.

Однако, инноваций не достигнуть, если заниматься модернизацией того, что уже есть. Это тупиковой путь [5]. Совершенно необходима новая идеология, новая парадигма научной деятельности, новые подходы к организации научных изысканий, основанных на чётком видении целей (рис. 1).

Этими целями могут быть с лагом (интервалом) в 30, 50 и более лет следующие образы (проекты):

- отдельные процессы технологий будущего;
- технологии будущего в целом;
- предприятия АПК будущего со своей инфраструктурой.

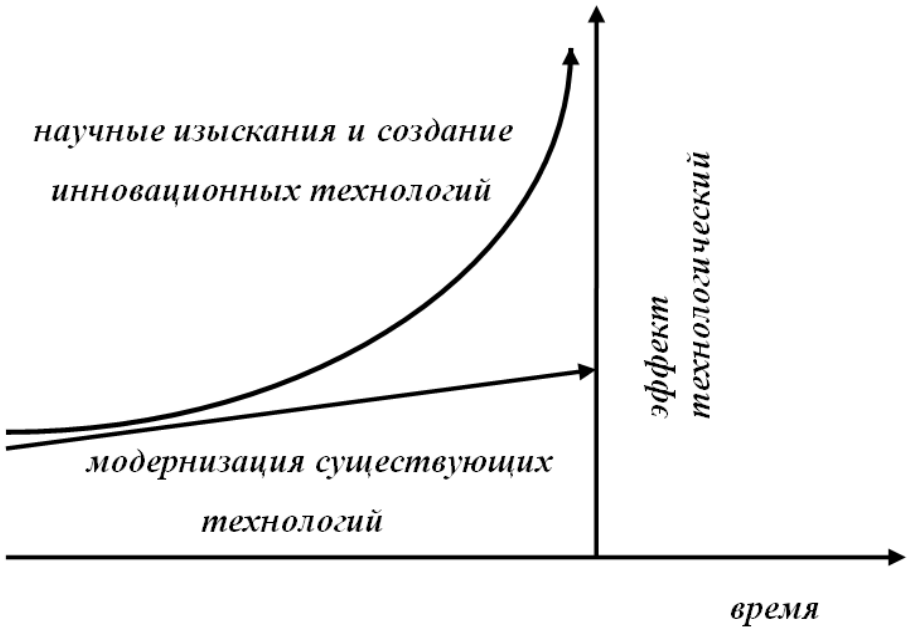


Рисунок 1 – Варианты достижения технологического эффекта

Сегодня необходимо формировать тематику фундаментальных исследований. Другими словами, сегодня жизненно необходимо разрабатывать концептуальные основы технологий будущего, создавая научную базу для будущих изобретений и путей их инженерной реализации.

В науке агропромышленного комплекса страны можно различить два направления сдвигов в этом комплексе: от производства к науке и от науки к производству.

Первое направление доминировало в первой половине XX века. Именно в недрах различных производств АПК формировались тогда прикладные и многие фундаментальные знания, вызвавшие к жизни новую грань науки – специальные дисциплины.

Для настоящего времени характерно второе направление: от науки к производству, поскольку основные открытия и оригинальные инженерные решения в наши дни делаются на стыке специальных дисциплин, как наименее

исследованных областей знания. Такая работа выливается в методологические разработки, теоретические изыскания, нетривиальные экспериментальные исследования. Поэтому в каждом научно-исследовательском институте АПК должна быть создана и задействована элитная (во всех отношениях) группа учёных (2-3 человека) с привлечением учёных вузов, т.е. группа вперёдсмотрящих.

Необходима теснейшая связь учёных пищевого и перерабатывающего сектора АПК с учёными сельского хозяйства страны, специалистами в области растениеводства и животноводства. Речь идёт о создании растений для пищевых технологий будущего и о создании животных, птицы и рыбы для пищевых технологий будущего [6].

Сегодня в развитых странах всё больше создается сельскохозяйственных производств индустриального типа, когда сельскохозяйственный труд приобретает черты заводского труда, для результатов которого характерны высокие показатели точности, устойчивости, надёжности и управляемости ведущих процессов [7].

В будущем «первичные» технологии перерабатывающих отраслей должны стать конечной подсистемой технологической системы сельскохозяйственного производства, обеспечивая внутри этой системы так необходимые обратные связи.

Уже сегодня в животноводстве создаются промышленные молочные, мясные и птицеводческие комплексы и фермы с участками первичной переработки как составными частями будущей системы. При этом концепция организации таких предприятий следующая: человек вкладывает меньше труда в обслуживание животных и птицы и больше – в разработку средств автоматизации.

В полеводстве индустриализация технологий выращивания растений возможна, если отойти от традиционной тяговой концепции трактора и перейти к энергосредствам передвигающимся по специальной колее или искусственным дорожкам (передвижной сельскохозяйственный завод) [8].

Таким образом, индустриализация полей и ферм внесёт качественные изменения в технологию производства и переработки сельскохозяйственной продукции.

Инженерия АПК России требует безотлагательной реанимации, иначе мы безнадёжно отстанем. Но сейчас важно не столько обновлять старые технологии, сколько создавать принципиально новые, высокоточные с заделом для пищевых роторных технологий будущего на основе открытий фундаментальной науки [9].

Инженерное образование является одним из стратегических ресурсов страны. Образование, особенно опережающее, – это «катализатор» развития народного хозяйства, в том числе всех отраслей АПК.

Качество инженерного образования есть функция от следующих его составляющих [10]:

- качество профессорско-преподавательского состава;

- качество соответствующих учебных планов и рабочих программ;

- качество учебников и учебных пособий, которые должны нацеливать учащегося на формирование образов будущего технологий;

- качество абитуриентов;

- качество инфраструктуры вуза;

- качество управления вузом;

- качество выпускника, который должен уметь формулировать технико-технологическую проблему и иметь свою точку зрения на её решение.

Основной аргумент в пользу приоритетной роли опережающего инженерного образования – стремительный научно-технический прогресс и глобальная технологизация ведущих стран мира в рамках текущего Пятого технологического уклада и перспективы Шестого технологического уклада [11].

Среди главных качеств, которыми должен обладать инженер отраслей агропромышленного комплекса, можно выделить

- ноосферное сознание,

- системное научное мышление,
- экологическую культуру,
- информационную культуру,
- творческую активность.

Концепция опережающего образования заключается в её принципиальной ориентации на будущее. И необходимым условием эффективности системы опережающего инженерного образования является её органичная связь с институтом науки. Инженерное образование должно быть буквально «встроено» в систему научных исследований [12].

Особое внимание следует уделить в системе образования учебному процессу на старших курсах. Учебный процесс на старших курсах должен быть посвящен постановке и подходам к разрешению той или иной крупной народно-хозяйственной проблемы, например возрождению индустрии сельскохозяйственного и продовольственного машиностроения России, или созданию новейших энерго- и ресурсосберегающих технологий, или значительному повышению качества продукции и эффективности процессов в машинах, аппаратах и биореакторах, или разработке вопросов организации производства на прогрессивных социально-экономических принципах.

Главное, что учебный процесс должен дать студенту, – это подготовить его к техническому и социально-экономическому творчеству. Такой учебный процесс должен быть нацелен на перспективу, будущее, понуждать студента уйти от аксиом, усомниться в их истинности, инициировать его творчество.

В инженерном образовании пришло время при изложении специальных курсов перейти от суммы знаний в разрозненных учебниках и учебных пособиях к учебной литературе как системе знаний в виде комплекта книг.

Системообразующим фактором комплекта книг, например, по технике пищевых технологий, становятся межотраслевая классификация технологий по признаку преобразования сельскохозяйственного сырья в продукты питания и межотраслевая классификация процессов в машинах, аппаратах и биореакторах, что приводит к синергетическому эффекту в образовательном

процессе за счет его структуризации [13, 14, 15].

Такой комплект учебников и учебных пособий под общим названием «Инженерия техники пищевых технологий» создан на основе книг, изданных ранее в издательствах «Высшая школа», «КолосС» и «Лань».

Перечень книг комплекта «Инженерия техники пищевых технологий»:

блок 1 Инновационные процессы в образовании и продовольственном машиностроении

1. Введение в профессиональную деятельность

2. Развитие инженерии техники пищевых технологий

3. Проектирование и конструирование техники пищевых технологий

4. Специальные инженерные расчеты техники пищевых технологий

блок 2 Техника пищевых производств индустриальных предприятий

5. Индустриальные технологические комплексы продуктов питания

6. Оборудование для ведения механических и гидромеханических процессов пищевых технологий

7. Оборудование для ведения тепломассообменных процессов пищевых технологий

8. Оборудование для ведения биопроцессов пищевых технологий

9. Мультимедийный лабораторный практикум к созданию инновационной техники пищевых технологий

блок 3 Техника пищевых производств малых предприятий

10. Техника пищевых производств малых предприятий. Книга 1 (разборка сельскохозяйственного сырья на анатомические части)

11. Техника пищевых производств малых предприятий. Книга 2 (сборка пищевых продуктов из компонентов сельскохозяйственного сырья)

12. Техника пищевых производств малых предприятий. Книга 3 (комбинированная переработка сельскохозяйственного сырья)

блок 4 Инженерия финишных операций и ремонта оборудования

13. Оборудование для ведения процессов упаковки в пищевых технологиях

14. Оборудования для утилизации отходов пищевых производств

15. Диагностика, ремонт и монтаж техники пищевых технологий

блок 5 Техника будущего пищевых технологий

16. Проектирование технологий и техники будущего пищевых производств

17. Конструирование машин будущего пищевых технологий (научно-технические аспекты)

18. Конструирование аппаратов будущего пищевых технологий (научно-технические аспекты)

19. Конструирование биореакторов будущего пищевых технологий (научно-технические аспекты)

Последние 4 книги из 19 излагают учебный материал для проектирования технологий и конструирования машин, аппаратов и биореакторов будущего. И это следует особо подчеркнуть. В них приводятся философский и инженерный аспекты развития технологических систем как диалектическая неизбежность; исследуются закономерности развития технологических и технических систем перерабатывающих и пищевых производств; описываются концептуальных основы идеальных машин, аппаратов и биореакторов, прогнозируются конструкторские решения технологического оборудования будущего. В этих книгах также детально рассматриваются закономерности преобразования пищевых сред в машинах, аппаратах и биореакторах, что позволяет, выполнять взаимную адаптацию технологических свойств этих сред с одной стороны, и конструкции рабочих органов, рабочих поверхностей и рабочих объёмов оборудования – с другой.

В комплект входит лабораторный практикум с 30-ю виртуальными лабораторными работами, в которых изучаются прототипы будущих инновационных конструкций технологического оборудования перерабатывающих и пищевых производств АПК. Эскизы этих инновационных конструкций должен разработать и защитить студент.

Конечно, комплект учебников, как и любая техническая литература,

нуждается в систематическом обновлении. Поэтому раз в 5-10 лет содержание книг необходимо пересматривать, дополняя техническими решениями технологических задач, работающими на опережение.

Выводы

Таким образом, главным стратегическим направлением формирования принципиально новой, перспективной системы инженерного образования должен стать опережающий характер всей системы образования, что существенно повысит его качество. Опережающее инженерное образование предполагает преимущественное изучение фундаментальных законов природы, что позволит специалистам самостоятельно находить и принимать ответственные решения в условиях неопределённости при создании сложных технологических систем. Научные знания в виде вскрытых явлений и установленных закономерностей технологических процессов являются в этом случае единственной надёжной опорой.

Что же нужно для достижения целей опережающего инженерного образования?

Во-первых, развернуть вектор работы профессоров, преподавателей и студентов с передачи и усвоения прагматических знаний на постановку и решение проблем АПК.

Во-вторых, широко внедрять методы самообразования на основе информационных и телекоммуникационных технологий, что особенно важно для России, имеющей огромную территорию.

В-третьих, реализовать идеи опережающего образования с тем, чтобы подготовить студентов к восприятию АПК будущего.

Поэтому интеллектуализация образовательного процесса должна рассматриваться как проблема сегодняшнего дня и ключ к продовольственной безопасности страны.

Список использованной литературы:

1. *Каблов Е.Н.* Шестой технологический уклад // Наука и жизнь. 2010. № 4. С. 2-7.
2. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические

аспекты. Продовольственная безопасность. Раздел 1. М.: МГФ «Знание», 2000. 554 с.
3. Безопасность России. Правовые, социально-экономические и научно-технические аспекты. Раздел 2. М.: МГФ «Знание», 2001. 480 с.
4. Синергетика: Будущее мира и России / под ред. Г.Г. Малинецкого. М.: Издательство ЛКИ, 2016. 384 с.
5. *Иванов В.В., Малинецкий Г.Г.* Россия XXI век. Стратегия прорыва. Технологии. Образование. Наука. 2-е изд. М.: ЛЕНАНД, 2017. 304 с.
6. *Панфилов В.А.* Вектор научных изысканий при создании технологии АПК будущего // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2020. № 1. С. 4-8.
7. *Черноиванов В.И., Ежевский А.А., Федоренко В.Ф.* Мировые тенденции машинно-технологического обеспечения интеллектуального сельского хозяйства. М.: ФГБНУ «Росинформагротех», 2012. 284 с.
8. *Погорелый Л.В.* Сельскохозяйственная техника и технология будущего. К.: Урожай, 1988. 176 с.
9. *Прейс В.В.* Технологические роторные машины: вчера, сегодня, завтра. М.: Машиностроение, 1986. 128 с.
10. Система образования и безопасность России. М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2002. 164 с.
11. *Панфилов В.А.* Продовольственная безопасность России и Шестой технологический уклад в АПК // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2016. № 1. С. 10-12.
12. *Антипов С.Т., Панфилов В.А., Ураков О.А., Шахов С.В.* Системное развитие техники пищевых технологий / Под ред. В.А. Панфилова. М.: КолосС, 2010. 762 с.
13. *Антипов С.Т., Дранников А.В., Панфилов В.А. и др.* Введение в профессиональную деятельность (инженерия техники пищевых технологий) / Под ред. В.А. Панфилова. СПб.: Лань, 2019. 268 с.
14. *Капица С.П., Курдюмов С.П., Малинецкий Г.Г.* Синергетика и прогнозы будущего. Кн. 1. Самоорганизация. История. 4-е изд. М.: ЛЕНАНД, 2020. 152 с.
15. Синергетика. Антология / Научный редактор, составитель Е.Н. Князева. М.; СПб.: Центр гуманитарных инициатив, 2013. 408 с.

References:

1. Kablov E.N. Shestoj tekhnologicheskij uklad [The sixth technological way]. *Nauka i zhizn'* [Science and life], 2010, no. 4, pp. 2-7. (In English).
2. *Bezopasnost' Rossii. Pravovye, social'no-ekonomicheskie i nauchno-tekhnicheskie aspekty. Prodovol'stvennaya bezopasnost'. Razdel 1* [Security of Russia. Legal, socio-economic, scientific and technical aspects. Food security. Section 1]. Moscow, Znanie Publ., 2000, 554 p. (In Russian).
3. *Bezopasnost' Rossii. Pravovye, social'no-ekonomicheskie i nauchno-tekhnicheskie aspekty. Razdel 2* [Security of Russia. Legal, socio-economic, scientific and technical aspects. Section 2]. Moscow, Znanie Publ., 2001, 480 p. (In Russian).
4. Malinetsky G.G. (ed.) *Sinergetika: Budushchee mira i Rossii* [Synergy: The Future of the World and Russia]. Moscow, LKI Publ., 2016, 384 p. (In Russian).
5. Ivanov V.V., Malinetsky G.G. *Rossiya XXI vek. Strategiya proryva. Tekhnologii. Obrazovanie. Nauka* [Russia XXI century. Breakthrough strategy. Technologies. Education. The science]. Moscow, LENAND Publ., 2017, 304 p. (In Russian).
6. Panfilov V.A. Vektor nauchnyh izyskanij pri sozdanii tekhnologii APK budushchego [Vector of scientific research in creating the technology of the agro-industrial complex of the future]. *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki* [Bulletin of the Russian Agricultural Science], 2020, no. 1, pp. 4-8. (In Russian).
7. Chernoivanov V.I., Ezhevsky A.A., Fedorenko V.F. *Mirovye tendencii mashinno-tekhnologicheskogo obespecheniya intellektual'nogo sel'skogo hozyajstva* [Global trends in

machine-technological support for intelligent agriculture]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2012, 284 p. (In Russian).
8. Pogorelyy L.V. *Sel'skohozyajstvennaya tekhnika i tekhnologiya budushchego* [Agricultural machinery and technology of the future]. Kiev, Urozhaj Publ., 1988, 176 p. (In Russian).
9. Preis V.V. *Tekhnologicheskie rotornye mashiny: vchera, segodnya, zavtra* [Technological rotary machines: yesterday, today and tomorrow]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1986, 128 p. (In Russian).
10. *Sistema obrazovaniya i bezopasnost' Rossii* [Education system and security in Russia]. Moscow, Rosinformagrotekh Publ., 2002, 164 p. (In Russian).
11. Panfilov V.A. Prodovol'stvennaya bezopasnost' Rossii i Shestoj tekhnologicheskij uklad v APK [Food security in Russia and the Sixth technological order in the agro-industrial complex]. *Vestnik Rossijskoj sel'skohozyajstvennoj nauki* [Bulletin of the Russian Agricultural Science], 2016, no. 1, pp. 10-12. (In Russian).
12. Antipov S.T., Panfilov V.A. (ed.), Urakov O.A., Shahov S.V. *Sistemnoe razvitie tekhniki pishchevyh tekhnologij* [Systematic development of food technology technology]. Moscow, KolosS Publ., 2010, 762 p. (In Russian).
13. Antipov S.T., *Drannikov A.V., Panfilov V.A. (ed.) et al. Vvedenie v professional'nuyu deyatel'nost' (inzheneriya tekhniki pishchevyh tekhnologij)* [Introduction to professional activity (food technology engineering)]. St. Petersburg, Lan' Publ., 2019, 268 p. (In Russian).
14. Kapitsa S.P., Kurdyumov S.P., Malinetsky G.G. *Sinergetika i prognozy budushchego. Kniga 1. Samoorganizaciya. Istoriya* [Synergy and future forecasts. Book 1. Self-organization. History]. Moscow, LENAND Publ., 2020, 152 p. (In Russian).
15. Knyazeva E.N. (ed., comp.) *Sinergetika. Antologiya* [Synergetics. Anthology]. Moscow, St. Petersburg, Centr gumanitarnyh iniciativ Publ., 2013, 408 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Антипов Сергей Тихонович
д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств
Воронежский государственный университет инженерных технологий
394000, г. Воронеж, проспект Революции, 19
ast@vsuet.ru

Antipov Sergey Tikhonovich
Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of Food Production Machines and Apparatuses
Voronezh State University of Engineering Technologies
394000, Voronezh, Revolyutsii blvd., 19
ast@vsuet.ru

Панфилов Виктор Александрович
д-р техн. наук, академик РАН, профессор кафедры процессов и аппаратов перерабатывающих производств
Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева
127550, Москва, ул. Тимирязевская, 49
vap@rgau-msha.ru

Panfilov Viktor Aleksandrovich
Dr. Sci. (Engin.), Academician of the Russian Academy of Sciences
Russian State Agrarian University – Timiryazev Moscow Agricultural Academy
127550, Moscow, Timiryazevskaya str., 49
vap@rgau-msha.ru

УДК 639.29(262.5/.54) **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_139**

Битютская О.Е., Логунова Н.А., Архипов Е.А.

СПОСОБЫ СБОРА И ПЕРЕРАБОТКИ ШТОРМОВЫХ ВЫБРОСОВ МОРСКИХ ВОДОРОСЛЕЙ И ТРАВ

Аннотация. В статье рассматривается проблема сбора и выбора рациональных способов переработки штормовых выбросов макрофитов Азово-Черноморского бассейна. Установлено, что штормовые выбросы макрофитов Азово-Черноморского бассейна в настоящее время не осваиваются, в связи с несовершенной практикой их сбора и отсутствием заинтересованности производителей продукции в их переработке, что позволяет отнести цистозиру и зостеру к недоиспользуемым видам водных биоресурсов. Приведены примеры современных механизированных технических решений сбора морских выбросов и способов их предварительной заготовки. Представлены результаты анализа содержания морского пектина (зостерина) и альгиновой кислоты в штормовых выбросах морских трав р. *Zostera L.* и бурой водоросли цистозиры р. *Cystoseira (L.) C. Agardh*, показано, что концентрация данных веществ соответствует их содержанию в макрофитах, полученных при промышленном изъятии и традиционном способе заготовки.
Ключевые слова: морская трава, зостера, цистозира, штормовые выбросы, макрофиты, морской пектин, альгиновая кислота.

Bityutskaya O.E., Logunova N.A., Arkhipov E.A.

METHODS FOR COLLECTING AND PROCESSING HARVESTING STORM DRAINS ALGAE AND GRASSES

Abstract. The paper deals with the problem of gathering macrophytes from storms drains in the Azov-Black Sea basin and choosing rational methods for their processing. It is established that storm emissions of macrophytes of the Azov-Black Sea basin are currently not mastered due to the imperfect practice of their collection and the lack of interest of producers in their processing, which allows us to attribute cystosyra and zoster to underutilized types of aquatic bioresources. Examples of up-to-date mechanized technical solutions for collecting storm drains and methods of their preliminary preparation are given. The content analysis of sea pectin and alginic acid in storm drains of sea grasses p. *Zostera L.* and cystoseira p. *Cystoseira (L.) C. Agardh* were carried out. It was shown that the concentration of these substances corresponds to their content in macrophytes from commercial-scale yields and with the traditional method of harvesting.
Keywords: seagrass, zostera, cystoseira, harvesting storm drains, macrophytes, sea pectin, alginic acid.

Введение. Проблема сбора и рациональной переработки штормовых и/или сезонных выбросов скоплений морских водорослей и трав является актуальной не только для Азово-Черноморского бассейна, но и для всех прибрежных регионов Дальнего Востока. Штормовые выбросы макрофитов, являясь недоиспользуемым ресурсом, могут служить ценным источником морского пектина, клетчатки, альгиновой кислоты, маннита и других биологически активных веществ и нутриентов.

Последние исследования запасов промысловых макрофитов Азово-Черноморского бассейна были проведены 2001-2006 гг., тогда и было отмечено значительное снижение их ресурсного потенциала, что в большей степени было обусловлено ухудшением экологической ситуации, ростом антропогенной нагрузки, загрязнением моря и деградацией донных растительных сообществ [1].

Вместе с тем, массовые скопления водорослей и трав наблюдались у береговой линии в период штормов и естественного листопада, приходящегося на летне-осенний период, что, с одной стороны, – создавало серьезные проблемы коммунальным службам и существенный дискомфорт отдыхающим, а, с другой – могло выступать весьма перспективным ресурсом для дальнейшей переработки (рис. 1).

Рисунок 1 – Штормовые выбросы морской травы (март, 2021, г. Керчь)

Проблематика сбора и переработки штормовых выбросов морских водорослей и трав рассматривалась в трудах, как отечественных, так и зарубежных учёных. При этом основной акцент делался на разнообразных способах сбора штормовых выбросов морских водорослей, в том числе возможностей их использования в условиях Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна [1, 2]. Кроме того, внимание учёных было

сосредоточено на изучении тенденций развития технологий консервирования водорослей; способах извлечения и перспективах применения полисахаридов водных растений, а также перспективах применения альгинатсодержащих продуктов в лечебно-профилактическом питании [3-5].

Однако, несмотря на подробное освещение данной проблемы в научной литературе, вопросы сбора и переработки морских выбросов остаются недостаточно исследованными; не полностью раскрыт потенциал их последующего использования; не до конца изучены способы их предварительной заготовки и возможной утилизации, что предопределяет актуальность и своевременность данного исследования.

Целью исследования является оценка перспектив сбора и переработки штормовых выбросов морских трав р. *Zostera L.* и бурой водоросли р. *Cystoseira (L.) C. Agardh*, а также анализ современных механизированных технических решений сбора морских выбросов и способов их предварительной заготовки.

Материалы и методы исследования. Объектом исследований служили штормовые выбросы, собранные вручную в марте 2021 г. в районе с. Заветное (Ленинский район) и городского пляжа (ул. Кирова, г. Керчь).

Содержание альгиновой кислоты в цистозире определяли согласно с ГОСТ 26185 [6]. Метод основан на установлении расхода гидроокиси натрия, вступающей во взаимодействие с альгиновой кислотой, определяемого обратным титрованием. Зостерин и зостерат натрия в морской траве определяли согласно модифицированному способу получения морского пектина, предложенному М.Д. Мукатовой и А.Р. Салиевой [2, 7].

Результаты исследований и их обсуждение

В связи с недоступностью береговой полосы для наземного транспорта и морских судов штормовые выбросы в основном собирают вручную, одновременно сортируя и освобождая от балласта, затем грузят на транспорт

для доставки к месту переработки; для сбора используют также грейферные устройства на тракторе или самоходных подборщиках.

В качестве одного из вариантов для сбора морских выбросов может выступать машина-вездеход Centaur, обладающая амфибийными свойствами с установкой съемного оборудования. Имея высокую проходимость, транспортное средство оказывает минимальное давление на грунт благодаря использованию различных вариаций гусениц: универсальных и гусеничной ленты, размерность шин повышенной прочности 25 дюймов. Вездеход способен преодолевать небольшие водные препятствия глубиной не более 635 мм. Для складирования собираемых выбросов такие вездеходы снабжены плавающим прицепом-трейлером [8]. Однако несмотря на то, что в сварной конструкции вездехода предусмотрено защитное покрытие из полиэфирного напыления, недостатком таких машин для промышленного использования является быстрое ухудшение их качества под влиянием атмосферных осадков. К другим недостаткам можно отнести малую мощность, отсутствие механической погрузки сырья в прицеп-трейлер, а применение ручного труда при сборе существенно снижает общую производительность [9].

Российскими изобретателями И. С. Карпушиным и соавторами [9] в качестве транспортного средства для сбора морских выбросов предложен мореходный вездеход на воздухоопорных гусеницах с центром управления и трюмом (рис. 2).

Процесс сбора водорослей осуществляется на переднем ходу вездехода вилообразным подхватом до его заполнения, собранные водоросли с подборщика переваливают на конвейер (подборно-погрузочный модуль), а оттуда – в трюм, где их разравнивают, а затем выгружают с помощью захватного устройства крана-манипулятора.

Вездеход снабжен гидравлической системой управления подборно-погрузочным модулем и краном-манипулятором. При этом сбор штормовых выбросов может осуществляться одновременно как на береговой, так и в

прибойной полосе, что позволяет повысить эффективность промысла биоресурсов и существенно улучшить экологическое состояние участков побережья, перенасыщенного продуктами распада морских водорослей и трав.

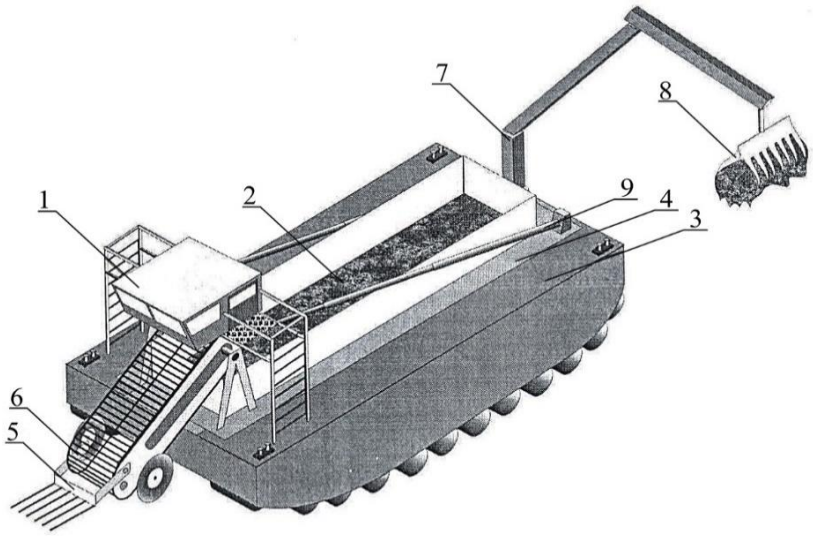


Рисунок 2 – Конструктивное исполнение мореходного вездехода [6]: 1 – центр управления, 2 – трюм, 3 – палуба, 4 – съемная платформа, 5 – вилообразный подхват, 6 – конвейер, 7 – кран-манипулятор с захватывающим устройством (8), 9 – гидравлическая система управления

Для очистки прибрежной кромки моря от водорослей канадской компанией Aquamarine разработана стандартизированная линейка машин (харвестров) под разные водоемы [10]. Aquamarine H5-200 – плавсредство, устойчивое к морскому волнению, оснащенное сетчатым элеватором, бункером для собранного мусора и системой захвата мусора на самой поверхности воды (рис. 3).

Собранные водоросли попадают на элеватор, вода через сетку элеватора стекает обратно в море, а штормовые выбросы перемещаются в бункер. Сетка на элеваторе сделана особым образом, чтобы избежать налипания водорослей. Организация сбора штормовых выбросов с помощью Aquamarine H5-200 позволяет повысить эффективность промысла биоресурсов, сделать

доступными для сбора морских водорослей и трав участки побережья, удаленные от порта базирования маломерных судов, и не имеющих выхода к ним автомобильных дорог.

Рисунок 3 – Комбайн для очистки моря от водорослей и плавучего мусора Aquamarine H5-200

Основную массу штормовых выбросов промысловых макрофитов в районе Керченского пролива, Азовского и Черноморского предпроливьев составляют морские травы (р. *Zostera L.*) и бурые водоросли (р. *Cystoseira (L.) C. Agardh*) (таблица 1).

Таблица 1 – Химический состав водорослей и морской травы

Вид	Массовая доля, %			
	углеводы	в т.ч. альгиновой кислоты	азотистые вещества	минеральные вещества
Cystoseira barbata [8]	73,9	17,6	5,3	20,7
Cystoseira crinite [8]	59,6…75,1	16,6…26,9	5,2…10,1	17,8...33,3
Zostera marina [9]	12,5	11,0-12,0	6,0	19,2

Следует отметить, что процесс переработки штормовых выбросов

является достаточно сложным и трудоемким, ввиду того, что зачастую штормовые выбросы образуются вдоль прибойной полосы в виде значительных по размерам валов, покрытых изнутри обрастаниями из спутанных водорослей и травы, и загрязненных песком, морскими животными и илом. Вследствие чего, для сохранения качества штормовых выбросов необходимо как их своевременное удаление из образовавшихся валов во избежание процесса гниения, так и тщательная очистка перед последующей переработкой.

Исходя из вышеизложенного, важным этапом заготовки штормовых выбросов, как и растений, изъятых промышленным способом, является их мойка в пресной воде, обеспечивающая очистку от механических примесей, водорастворимых минеральных и органических соединений и возможность длительного хранения. Первичная переработка при консервировании макрофитов может осуществляться замораживанием, обработкой химическими веществами и сушкой [11-13]. Естественная сушка является наименее затратным способом и, очевидно, наиболее приемлемым для обработки штормовых выбросов.

Основная масса выбросов зостеры образуется в августе-сентябре, именно в этот период у зостеры отмечается максимальное накопление минеральных и органических веществ, в т. ч. зостерина (до 20 %) и клетчатки.

Технологическая схема получения зостерина и зостерата натрия представлена на рисунке 4 [2, 7, 14].

Выход морского зостерата натрия из *Z. marina* в проведенном эксперименте составил 11-12 %.

Отметим, что зостерин является натуральным многофункциональным пектином, который используется в качестве стабилизатора структурированных пищевых продуктов, а также в профилактических и лечебных целях [12, 15-17]. Биологически активные добавки из зостеры «Зостерин» и «Зостерин-ультра» обладают синергическим действием иммуномодулятора, энтеросорбента и гемосорбента.

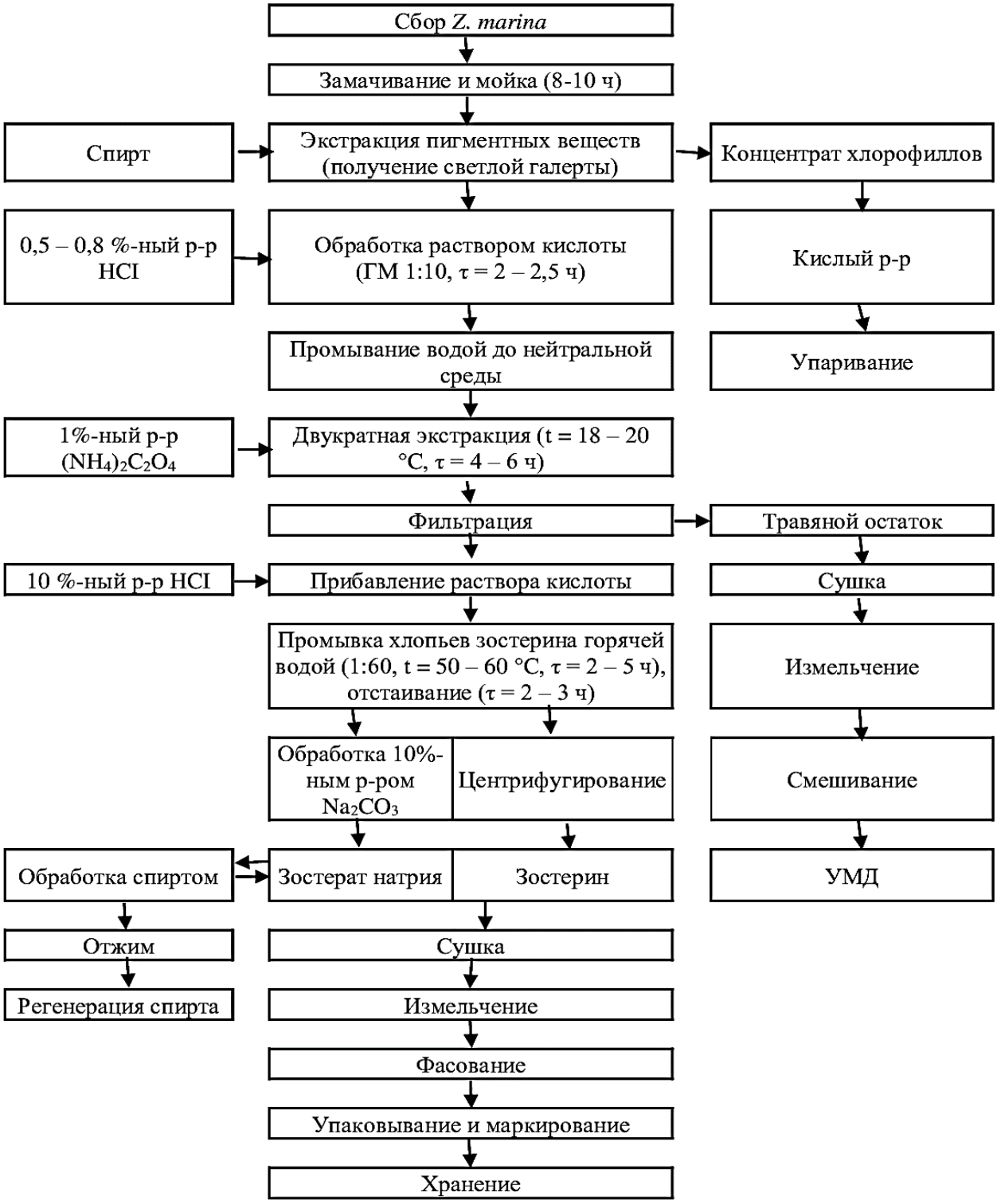


Рисунок 3 – Технологическая схема получения зостерина и зостерата натрия

Одним из способов возможной утилизации штормовых выбросов морских трав является их переработка с получением кормовых добавок и комбикормов [12, 18].

У цистозиры/цистозейры наблюдаются два максимума накопления биомассы в весенний и осенний периоды. Естественное опадание боковых ветвей происходит летом и зимой. В штормовых выбросах цистозиры *C. barbata* было выявлено содержание альгиновой кислоты, являющейся наиболее ценным органическим веществом. Массовая доля альгиновых кислот находилась на уровне 26,0-26,6 %, что не противоречит литературным данным.

Водные высоковязкие растворы соли альгиновой кислоты (альгинаты: Е401, Е402, Е404) имеют гелеобразующие и эмульгирующие свойства, оказывают гиполипидемический эффект, регенерирующее действие на слизистые желудочно-кишечного тракта, обладают антимикробным, иммуномодулирующим действием, наделены свойствами пищевых волокон и энтеросорбентов: выводят из организма тяжелые металлы, радионуклиды и другие токсины [4, 5, 19-20].

Выводы. Штормовые выбросы макрофитов Азово-Черноморского бассейна в настоящее время не осваиваются в связи с несовершенной практикой их сбора и отсутствием заинтересованности производителей продукции в их переработке, что позволяет отнести цистозиру и зостеру к недоиспользуемым видам водных биоресурсов.

Рассмотрение современных механизированных технических решений сбора морских выбросов и способов их предварительной заготовки позволило установить особенности процесса сбора штормовых выбросов, а именно: недоступность береговой полосы для наземного транспорта и морских судов, облигаторность своевременного сбора с прибойной зоны и тщательной очистки от балластных веществ и загрязнений.

На основе проведенного анализа содержания морского пектина (зостерина) и альгиновой кислоты в штормовых выбросах морских трав р. *Zostera L.* и бурой водоросли цистозиры р. *Cystoseira (L.) C. Agardh*, выявлено, что концентрация данных веществ соответствует их содержанию в макрофитах, полученных при промышленном изъятии и традиционном способе заготовки.

Представлена технологическая схема получения зостерина и зостерата

натрия и способы возможной утилизации штормовых выбросов морских трав.

Аргументирована необходимость очистки береговой линии от массовых скоплений штормовых выбросов морских водорослей и трав, а также доказано наличие в макрофитах ценных нутриентов и биологически активных веществ, что свидетельствует о перспективности изготовления из них различной продукции и актуальности данного направления. Установлено, что процент выхода зостерата натрия из штормовых выбросов *Z. marina* и альгиновой кислоты из *C. barbata* не уступал аналогичным показателям из сырья, полученного при промышленном изъятии и традиционном способе заготовки.

Список использованной литературы:

1. *Белякова И.А. Чернявская С.Л., Есина Л.М., Богомолова В.В., Кривонос О.Н.* Возможные направления использования штормовых выбросов макрофитов Азово-Черноморского рыбохозяйственного бассейна // Водные биоресурсы и среда обитания. 2020. Т. 3. № 4. С. 78-88.
2. Патент № 2302746C2 РФ. Способ комплексной переработки морской травы каспийской семейства *Zosteraceae* / М.Б. Мукатова, А.М. Бикмухаметова, Н.А. Киричко, А.В. Привезенцев, Р.Р. Утеушев; патентодержатель Марфуга Дюсембаевна Мукатова, ФГБОУ ВПО «АГТУ»; заявка № 2005105892/13А; заявл. 02.03.2005; опубл. 10.08.2006. URL: https://patents.google.com/patent/RU2302746C2/ru (дата обращения: 10.05.2021).
3. *Наумов И.А. Гарабаджиу А.В., Куприна Е.Э. и др.* Тенденции развития технологии консервирования водорослей // Вестник Казанского технологического университета. 2014. Т. 17. № 20. С. 183-187.
4. *Криштанова Н.А., Сафонова М.Ю., Болотова В.Ц., Павлова Е.Д., Саканян Е.И.* Перспективы использование полисахаридов в качестве лечебных и лечебно-профилактических средств // Вестник ВГУ. Серия: Химия. Биология. Фармация. 2005. № 1. С. 212-221.
5. *Подкорытова А.В.* Применение альгинатсодержащих продуктов в лечебно-профилактическом питании // Новые биомедицинские технологии с использованием биологически активных добавок: тезисы докл. науч.-практ. конф. (г. Владивосток, 24-25 июня 1998). Владивосток: Изд-во НИИ медицинской климатологи и восстановительного лечения Сибирского отделения РАН, 1998. С. 205-209.
6. ГОСТ 26185-84. Водоросли морские, травы морские и продукты их переработки. Методы анализа. Дата введения 1985-01-01 (Дата актуализации – 2021.01.01). URL: https://docs.cntd.ru/document/1200022234 (дата обращения: 10.05.2021).
7. *Салиева А.Р.* Обоснование и разработка комплексной технологии полисахаридов из высших водных растений Волго-Каспийского бассейна: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.18.04 / Альбина Ренатовна Салиева. Москва, 2011. 25 с.
8. Официальный сайт ООО «Группа Компаний Вездеходная Техника». Дилерский центр РосВездеход. URL: https://rosvezdehod.ru/catalog/Vezdehody_Argo_78/CENTAUR_670.htm (дата обращения: 10.05. 2021).
9. Патент № 2473204 РФ, МПК A01D44. Способ сбора штормовых выбросов морских водорослей / И.С. Карпушин, А.И. Азовцев, В.В. Ганнесен, Е.А. Максимов, Е.Е. Соловьева; патентообладатель: Российская Федерация; заявл. 19.05.2011, опубл.

27.01.2013. URL: https://findpatent.ru/patent/247/2473204.html (дата обращения: 10.05.2021).
10. Комбайн для очистки моря от водорослей и плавучего мусора Aquamarine H5-200 / Официальный сайт Компания «ПК Бродвей» – офиц. дилер шведского производителя BRODDSON AB (г. Санкт-Петербург). URL: https://broddway.ru/novosti/346/ (дата обращения: 10.05.2021).
11. *Подкорытова А.В.* Химический состав бурых водорослей Черного моря: род *Cystoseira*, перспективы их использования // Труды ВНИРО. 2013. Т. 150. С. 100-107.
12. *Лоенко Ю.Н., Артюков А.А., Козловская Э.П., Мирошниченко В.А., Еляков Г.Б.* Зостерин: монография. Владивосток: Дальнаука, 1997. 211 с.
13. *Кизеветтер И.В.* Промысел и обработка морских растений в Приморье. Владивосток: Дальневосточное книжное издательство, 1966. 105 с.
14. *Белякова И.А., Битютская О.Е., Глубоковских Ю.Р.* Краткий аналитический обзор способов получения морского пектина // Образование, наука и молодежь – 2018: сборник трудов по материалам научно-практических конференций ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2-13 апреля 2018 г. / под общ. ред. Е.П. Масюткина Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2018. С. 110-118. URL: http:// www.kgmtu.ru/documents/nauka/onm2018.pdf (дата обращения: 10.05.2021).
15. *Битютская О.Е., Лавриненко О.И., Вайсброд А.С.* Технология полисахарида из морской травы *Zostera marina L.* и возможность его практического использования в пищевых продуктах // Рыбное хозяйство Украины. Спецвыпуск, 2012. С. 16-18.
16. *Mukatova M.D., Salieva A.R.* Polysaccharides of the Volga-Caspian hydrophytes, methods of extraction and prospects of use // 14-th European Congress of Biotechnology, Barcelona, Spain, 2009. P. 11-12.
17. *Мукатова М.Д., Салиева А.Р.* Полисахариды водных растений Волго-Каспия, способы извлечения и перспективы применения // Вестник АГТУ. 2010. № 1 (49). С. 51-54.
18. *Битютская О.Е., Лавриненко О.И., Свистула М.М., Горб С.В.* Комплексная переработка черноморских мидий // Рыбное хозяйство Украины. 2009. № 4 (63). С. 52-62.
19. *Донченко Л.В., Сокол Н.В., Щербакова Е.В., Красноселова Е.А.* Пищевая химия / отв. ред. Л.В. Донченко. Москва: Юрайт, 2018. 223 с.
20. *Buschmann A.H., Camus C., Infante J., Neori A. et al.* Seaweed production: overview of theglobal state of exploitation, farming and emerging research activity // European Journal of Phycology. 2017. No. 52 (4). P. 391-406. DOI: 10.1080/09670262.2017.1365175.

References:

1. Belyakova I.A. Chernyavskaya S.L. , Esina L.M., Bogomolova V.V., Krivonos O.N. Vozmozhnyie napravleniya ispolzovaniya shtormovyih vyibrosov makrofitov Azovo-Chernomorskogo ryibohozyaystvennogo basseyna [Possible directions of use of storm emissions of macrophytes of the Azov-Black Sea fishery basin]. *Vodnyie bioresursyi i sreda obitaniya* [Aquatic biological resources and habitat], 2020, vol. 3, no. 4, pp. 78-88. (In Russian).
2. Mukatova M.D., Bikmuhametova A.M., Kirichko N.A, Privezentsev A.V., Uteushev R.R. *Sposob kompleksnoy pererabotki morskoy travyi kaspiyskoy semeystva Zosteraceae* [Method for complex processing of seagrass of the Caspian family *Zosteraceae*]. Patent RF no. 2302746S2, 2005105892/13A, 2006. (In Russian). Available at: https://patents.google.com/patent/RU2302746C2/ru (accessed 10.05.2021).
3. Naumov I.A. Garabadzhiu A.V., Kuprina E.E. et al. Tendentsii razvitiya tehnologii konservirovaniya vodorosley [Trends in the development of algae conservation technology]. *Vestnik Kazanskogo tehnologicheskogo universiteta* [Kazan Technological University Bulletin], 2014, vol. 17, no. 20, pp. 183-187. (In Russian).

4. Krishtanova N.A., Safonova M.Yu., Bolotova V.Ts., Pavlova E.D., Sakanyan E.I. Perspektivyi ispolzovanie polisaharidov v kachestve lechebnyih i lechebno-profilakticheskih sredstv [Prospects for the use of polysaccharides as therapeutic and therapeutic-prophylactic agents]. *Vestnik VGU. Seriya: Himiya. Biologiya. Farmatsiya* [Bulletin of the VSU. Series: Chemistry. Biology. Pharmacy], 2005, no. 1, pp. 212-221. (In Russian).
5. Podkoryitova A.V. Primenenie alginatsoderzhaschih produktov v lechebno-profilakticheskom pitanii [The use of alginate-containing products in therapeutic and prophylactic nutrition]. *Tezisyi dokladov nauchno-prakticheskoy konferencii «Novyie biomeditsinskie tehnologii s ispolzovaniem biologicheski aktivnyih dobavok»* [Abstracts of the scientific and practical conference "New biomedical technologies using biologically active additives"], Vladivostok, 1998. pp. 205-209. (In Russian).
6. *GOST 26185-84. Vodorosli morskie, travyi morskie i produktyi ih pererabotki. Metodyi analiza* [State Standard 26185-84. Seaweed, sea grasses and products of their processing. Analysis methods]. (In Russian). Available at: https://docs.cntd.ru/document/1200022234 (accessed 10.05.2021).
7. Salieva A.R. *Obosnovanie i razrabotka kompleksnoy tehnologii polisaharidov iz vyisshih vodnyih rasteniy Volgo-Kaspiyskogo basseyna. Avtoref. diss. ... kand tekhn. nauk* [Justification and development of an integrated technology for polysaccharides from higher aquatic plants of the Volga-Caspian basin. Cand. engin. sci. diss. abstr.]. Moscow, 2011, 25 p. (In Russian).
8. *Ofitsialnyiy sayt OOO «Gruppa Kompaniy Vezdehodnaya Tehnika». Dilerskiy tsentr RosVezdehod* [Official website of LLC "Group of Companies All-Terrain Vehicles". RosVezdehod Dealership]. (In Russian). Available at: https://rosvezdehod.ru/catalog/Vezdehody_Argo_78/CENTAUR_670.htm (accessed 10.05.2021).
9. Karpushin I. S., Azovtsev A. I., Gannesen V.V., Maksimov E.A., Soloveva E.E. *Sposob sbora shtormovyih vyibrosov morskih vodorosley* [Method for collecting storm seaweed emissions]. Patent RF no. 2473204, MPK A01D44, 2013. (In Russian). Available at: https://findpatent.ru/patent/247/2473204.html (accessed 10.05.2021).
10. *Kombajn dlya ochistki morya ot vodoroslej i plavuchego musora Aquamarine H5-200. Ofitsialnyiy sayt Kompaniya «PK Brodvey» – ofitsialnyiy diler shvedskogo proizvoditelya BRODDSON AB (g. Sankt-Peterburg)* [Aquamarine H5-200 marine algae and floating debris harvester. Official website of the company "PC Broadway" – official dealer of the Swedish manufacturer BRODDSON AB (St. Petersburg)]. (In Russian). Available at: https://broddway.ru/novosti/346/ (accessed 10.05.2021).
11. Podkoryitova A.V. Himicheskiy sostav buryih vodorosley Chernogo morya: rod *Cystoseira*, perspektivyi ih ispolzovaniya [Chemical composition of brown algae of the Black Sea: genus *Cystoseira*, prospects for their use]. *Trudyi VNIRO* [Proceedings of VNIRO], 2013, vol. 150, pp. 100-107. (In Russian).
12. Loenko Yu.N. Artyukov A.A., Kozlovskaya E.P., Miroshnichenko V.A., Elyakov G.B. *Zosterin* [Zosterin]. Vladivostok, Dalnauka Publ., 1997, 211 p. (In Russian).
13. Kizevetter I.V. *Promyisel i obrabotka morskih rasteniy v Primore* [Fishing and processing of marine plants in Primorye]. Vladivostok, Dalnevostochnoe knizhnoe izdatelstvo Publ., 1966, 105 p. (In Russian).
14. Belyakova I.A., Bityutskaya O.E., Glubokovskih Yu.R., Masyutkin E.P. (ed.) Kratkiy analiticheskiy obzor sposobov polucheniya morskogo pektina [Brief analytical review of the methods of obtaining sea pectin]. *Sbornik trudov po materialam nauchno-prakticheskih konferentsiy FGBOU VO «KGMTU»* «Obrazovanie, nauka i molodezh – 2018» [Collection of works based on the materials of scientific and practical conferences of KSMTU "Education, Science and Youth-2018"]. Kerch, KSMTU Publ., 2018, pp. 110-118. (In Russian). Available at: http://www.kgmtu.ru/documents/nauka/onm2018.pdf (accessed 10.05.2021).
15. Bityutskaya O.E. Lavrinenko O.I., Vaysbrod A.S. Tehnologiya polisaharida iz morskoy travyi *Zostera marina L.* i vozmozhnost ego prakticheskogo ispolzovaniya v pischevyih produktah

[Technology of polysaccharide from sea grass *Zostera marina L.* and the possibility of its practical use in food]. *Ryibnoe hozyaystvo Ukrainyi*. *Spetsvyipusk.* [Fisheries of Ukraine. Special issue], 2012, pp. 16-18. (In Russian).
16. Mukatova M.D., Salieva A.R. Polysaccharides of the Volga-Caspian hydrophytes, methods of extraction and prospects of use. *14-th European Congress of Biotechnology*, Barcelona, Spain, 2009. pp. 11-12. (In English).
17. Mukatova M.D., Salieva A.R. Polisaharidyi vodnyih rasteniy Volgo-Kaspiya, sposobyi izvlecheniya i perspektivyi primeneniya [Polysaccharides of aquatic plants of the Volga-Caspian Sea, extraction methods and application prospects]. *Vestnik AGTU* [AGTU Bulletin], 2010, no. 1 (49), pp. 51-54. (In Russian).
18. Bityutskaya O.E., Lavrinenko O.I., Svistula M.M., Gorb S.V. Kompleksnaya pererabotka chernomorskih midiy [Complex processing of Black Sea mussels]. *Ryibnoe hozyaystvo Ukrainyi* [Fisheries of Ukraine], 2009, no. 4 (63), pp. 52-62. (In Russian).
19. Donchenko L.V. (ed.), Sokol N.V., Scherbakova E.V., Krasnoselova E.A. *Pischevaya himiya* [Food chemistry]. Moscow, Yurayt, Publ. 2018, 223 p. (In Russian).
20. Buschmann A.H., Camus C., Infante J., Neori A. et al. Seaweed production: overview of theglobal state of exploitation, farming and emerging research activity. *European Journal of Phycology*, 2017, no. 52 (4), pp. 391-406. (In English). DOI: 10.1080/09670262.2017.1365175.

Сведения об авторах / Information about authors

Битютская Ольга Евгеньевна
канд. техн. наук, доцент, зав. кафедрой технологии продуктов питания
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
olha98306@yandex.ru

Bityutskaya Ol'ga Evgen'yevna
Ph.D. (Engin.), Associate Professor, Head of the Department of food technology
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
olha98306@yandex.ru

Логунова Наталья Анатольевна
д-р экон. наук, доцент, проректор по научной работе
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
kgmtu@kgmtu.ru

Logunova Natalya Anatolyevna
Dr. Sci. (Econ.), Associate Professor, Vice-rector for research
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
kgmtu@kgmtu.ru

Архипов Евгений Александрович
магистрант 1-го курса направления подготовки «Продукты питания животного происхождения»
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
gdscreature@mail.ru

Arkhipov Evgeny Alexandrovich
master's degree student of the 1st year of the training direction “Animal food products”
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
gdscreature@mail.ru

УДК 621.8.032 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_152**

Клименко Н.П., Олейникова Р.Е.

ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО МАТЕРИАЛА ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ГРУЗОВ

Аннотация. В статье приведена методика проведения исследований по определению коэффициентов трения сельскохозяйственных грузов. Определенно влияние состава различных материалов конвейеров на внешний коэффициент трения. Обоснованы экспериментальные данные по влиянию коэффициентов трения на работоспособность полимерных материалов. Использование в смесителях дозирующих устройств, позволяет получить технологический эффект при приготовлении смеси. Показана возможность применения универсальных устройств, позволяющих как подавать компоненты смеси, так и обеспечивать подачу компонентов в виде равномерных потоков, что даст возможность их последующего перемешивания для получения необходимой смеси, с заданными концентрациями используемых компонентов. В статье рассмотрено влияние аэродинамических свойств груза на скорость витания частиц в воздухе. Рассчитаны коэффициенты внешнего трения в зависимости формы гранул и насыпной плотности груза. Приведены функции распределения характеристик сопротивления усталости и нагружения.
Ключевые слова: комбикорм, синтетические материалы, желоба комбинированные, коэффициент трения.

Klimenko N.P.1, Oleynikova R.E.

SELECTION OF THE OPTIMAL MATERIAL FOR THE TRANSPORTATION OF AGRICULTURAL GOODS

Abstract. The article presents a methodology for conducting research to determine the coefficients of friction of agricultural goods. The influence of the composition of different conveyor materials on the external coefficient of friction is determined. Experimental data on the effect of friction coefficients on the performance of polymer materials are substantiated. The use of metering devices in mixers allows you to get a technological effect when preparing the mixture. The possibility of using universal devices that allow both feeding the components of the mixture and providing the components in the form of uniform flows, which will allow their subsequent mixing to obtain the necessary mixture, with the specified concentrations of the components used, is shown. The article considers the influence of the aerodynamic properties of the cargo on the velocity of particles floating in the air. The coefficients of external friction are calculated depending on the shape of the pellets and the bulk density of the cargo. The distribution functions of the fatigue resistance and loading characteristics are given.
Key words: compound feed, synthetic materials, combined troughs, coefficient of friction.

Введение. Повышение экономической эффективности производства продукции животноводства напрямую связано с улучшением качества предоставляемых кормов и их параметров. Требуемые параметры кормов это: плотность и масса, структура компонентов корма и влажность, механические свойства, включающие коэффициенты внешнего и внутреннего трения и др.

При прохождении технологии производства комбикормов значительную

часть компонентов корма необходимо транспортировать между технологическим оборудованием. Для уменьшения энергозатрат при транспортировке следует учитывать их физические и механические свойства, которые взаимосвязаны и влияют друг на друга.

Большое внимание придают и уделяют значению связи конвейеров с технологическими процессами производства и высоко оценивают их вклад в общем процессе приготовления кормов.

Цель исследования. Большинство исследований по определению основных физико-механических характеристик сельскохозяйственных грузов проводились при транспортировке их по обычно встречающимся поверхностям (металлическим, деревянным, резиновым). Кроме того, в последнее время в различных технологических процессах начали использовать синтетические материалы, которые имеют лучшие гигиенические характеристики и значительно меньшую массу. Поэтому возникла необходимость установления влияния современных материалов на некоторые физико-механические характеристики грузов.

Материалы и методы исследования. Насыпные грузы, в зависимости от формы гранул, различаются и их свойствами, это прежде всего: крупность (мелко – и крупнозернистые, порошкообразные, пылевидные и др.), плотность насыпного груза, а также влажность, влияющая на его подвижность.

Для определения структурного состава груза из массы насыпного груза берут пробу в различных частях. Масса пробы зависит от крупности типичных кусков груза и растет с увеличением крупности: для мелкозернистых грузов массы пробы равны 1 кг; для мелкокусковых – 2 кг; для среднекусковых – от 3 до 4 кг. Такие же по размеру порции необходимо взять из слоя движущегося груза, при этом входное отверстие пробной емкости должно полностью перекрывать поперечное сечение слоя груза.

Отобранные порции груза перемещают методом кольцевания [1]. В начале из всех порций формируют кольцо в горизонтальной плоскости, затем

засыпают середину кольца, образуя коническую кучу. Массу с конической кучи снова распределяют равномерно вокруг и формируют новое кольцо. Процесс желательно повторить три раза.

Просеивание применяют для взятия мелкозернистых грузов. По результатам, полученных при просеивании груза, строят график зависимости кусковатости от структуры насыпного груза.

Объемная масса груза или насыпная плотность зависит от структуры состава вещества, формы и размеров гранул, его составляющих [2]. Объемная масса груза бывает насыпная и уплотненная. Объемную массу насыпанного груза определяются мерной емкостью 1 (рис. 1) со штырем 2, и поворотной рамкой 3. Следует учесть, что высота емкости равняется двум диаметрам емкости, при этом высота рамки составляет 30% высоты емкости.

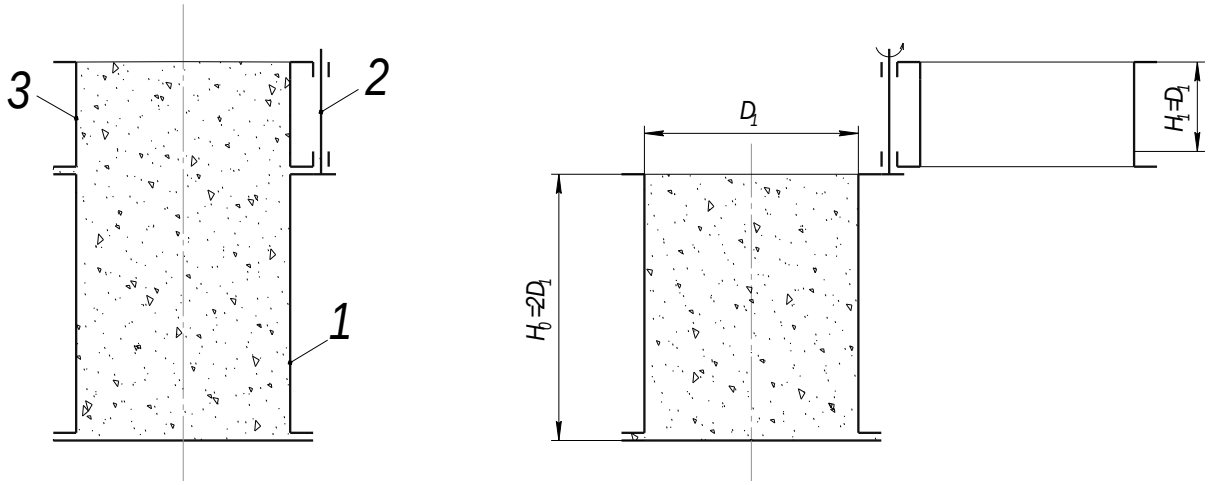


Рисунок 1 – Схема определения объемной насыпной массы груза

В емкость насыпают груз, и поворачивая рамку вокруг штыря, убирают избыток груза. Оставленный в емкости груз взвешивают и определяют объемную массу груза по формуле:

$$\rho = {M_1}/{V_1}, \quad (1)$$

где M_1 – масса груза из емкости, кг;

V_1 – объем емкости, м^3.

Отношение объемной массы $\rho_у$ динамично уплотненного груза к объемной массе свободно насыпанного называется коэффициентом уплотнения.

$$k_у = \rho_у / \rho, \quad (2)$$

Ползучесть или подвижность материала зависит от степени сцепления частиц, влажности груза и угла наклона рабочей поверхности оборудования.

Искомые напряжения σ и τ', находим по следующим зависимостям:

$$\sigma = \frac{\sum G_м}{F_C}, \quad (3)$$

$$\tau' = \frac{(T_C - T_Р)}{F_C}, \quad (4)$$

где $\Sigma G_м$ – вес прижимных пластин и груза в рамке, Н;

$F_с$ – площадь среза, мм^2;

$T_с$ – сила сдвига, Н;

$T_р$ – сопротивление при перемещении рамки, Н [3].

Внутреннее трение f характеризуется углом наклона φ (рис. 2) и описываются зависимостью:

$$tg\varphi = f, \quad (5)$$

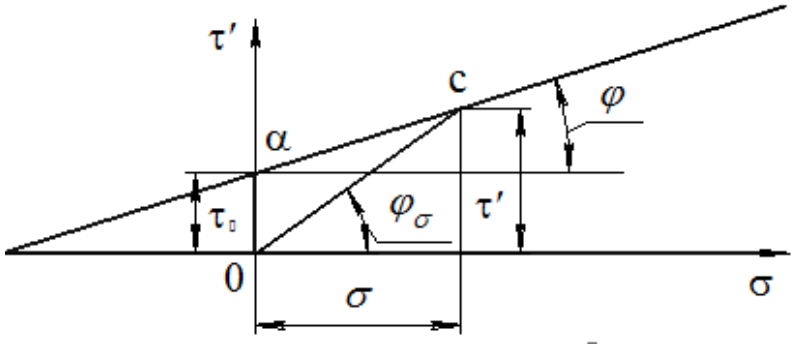


Рисунок 2 – Зависимость касательного напряжения τ' от нормального напряжения σ в слое груза

Начальное сопротивление сдвигу на практике определяют с помощью приборов или находят по формуле:

$$\tau_0 = \frac{\rho \cdot g \cdot h_0}{4} \qquad (6)$$

Коэффициент внешнего трения f_3 характеризует сопротивление насыпного груза при его перемещении относительно заданной поверхности. Данное сопротивление в основном создают силы трения.

Зависимость внешнего трения от нагрузочных характеристик имеет вид:

$$f_3 = \frac{(T_C - T_P)}{G_M}, \qquad (7)$$

Начальное сопротивление сдвигу для одного и того же насыпного груза может быть разным в зависимости от его уплотнения и влажности.

Влажность определяют различными, доступными для производства способами. Наиболее распространенный – способ с использованием сушильных шкафов и термостатов.

Влажность груза в значительной степени определяет его свойства.

Влажность насыпного груза $\omega_в$, определяется высушиванием взятой пробы при температуре 105°С к постоянной массе и рассчитывается по формуле, %:

$$\omega_В = \frac{(m_1 - m_2)}{m_2} \cdot 100, \quad (8)$$

где m_1 и m_2 – масса порции до и после просушки, г.

Уровень влажности определяет степень сопротивления сдвигу. Для хорошо сыпучих грузов $\tau_0 = 0$ [4, 5]. Для идеально сыпучих грузов угол внутреннего трения φ равен углу естественного откоса α_0 [2].

Следует также учитывать аэродинамические свойства груза (взаимодействие с воздушным потоком), т. е. скорость витания частиц в воздухе.

Гранулометрический состав определяет долю частиц различных размеров в общей массе груза. Он характеризуется гистограммой, которая указывает на частоту появления частиц определенных размеров в заданных пределах.

Результаты исследований и их обсуждение. Для получения обоснованных данных о целесообразности использования синтетических материалов, сравнение их с традиционными материалами были проведены экспериментальные исследования, что позволило в конечном итоге предложить возможность их эффективного использования в современных технологических процессах транспортировки грузов.

Нами были рассмотрены образцы из различных материалов: первый образец был изготовлен из листовой стали, второй – из полиамида, третий – из полипропилена отечественного производства, а четвертый – из поливинилхлорида европейского производства.

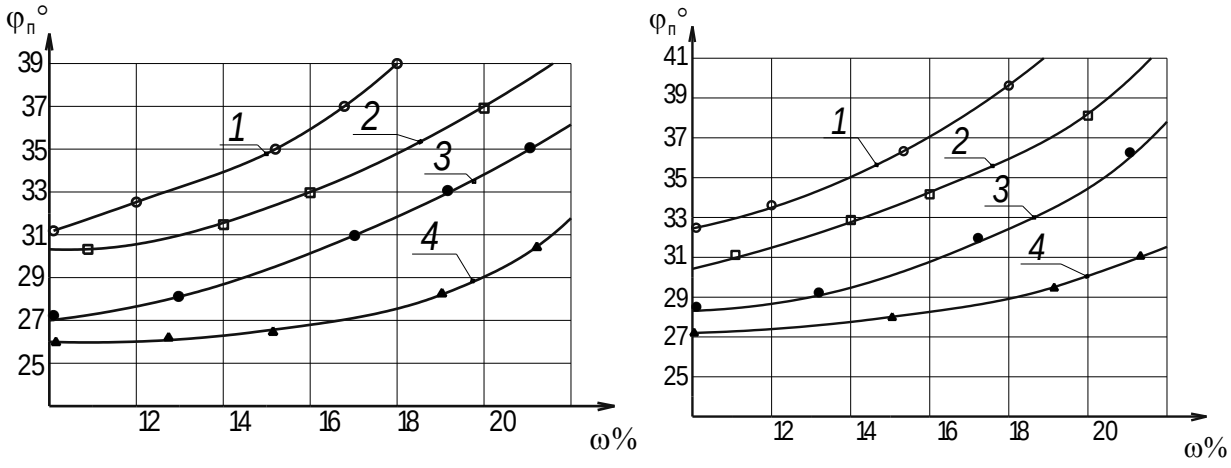
Влияние материалов образцов на внешний коэффициент трения приведен в таблице 1.

Таблица 1 – Внешний коэффициент трения по опытным образцам

Груз	Коэффициент трения, f_3			
	Образец №1	Образец №2	Образец №3	Образец №4
Пшеница	0,34…0,43	0,37…0,47	0,36…0,46	0,35…0,44
Горох	0,31…0,39	0,34…0,43	0,33…0,42	0,32…0,40
Комбикорм	0,48…0,57	0,53…0,63	0,52…0,62	0,50…0,60
Овес	0,38…0,46	0,43…0,51	0,42…0,49	0,40…0,48

Так по сравнению с образцом № 1 у образцов № 2 и № 3 значение внешнего трения больше примерно на 10 %. У образца № 4 увеличение составляет 3 ... 5 %, что, в свою очередь будет приводить к более интенсивному износу поверхности для образцов № 2 и № 3, а образец № 4 будет примерно в два раза износоустойчив, чем предыдущие образцы № 2 и № 3.

Результаты исследований влияния влажности продуктов транспортировки на угол естественного откоса для опорных поверхностей образцов № 1 и № 3 показаны на рисунке 3.



а) Образец № 1 *б*) Образец № 4

Рисунок 3 – Зависимость угла откоса груза от его влажности:
1 – комбикорм, 2 – овес, 3 – пшеница, 4 – горох

Анализируя полученные результаты (рис. 3), можем сделать вывод, что с увеличением влажности в пределах 13...20 % угол естественного откоса растет практически для всех грузов, однако темпы роста отличаются: для зерновых культур темпы меньше (5 %), а для порошкообразных грузов – больше (7...10%). Это можно объяснить тем, что с увеличением влажности возрастают касательные напряжения среза, а также увеличивается коэффициент внутреннего трения.

Кроме того, связь конвейеров с общим технологическим процессом устанавливает дополнительные требования к: надежности и прочности оборудования, долговечности и эффективности эксплуатации, а также предоставляет возможность перевода рабочего процесса в автоматический режим.

Для оценки надежности рабочего элемента конструкции рассмотрим взаимодействие случайного процесса нагружения $\sigma(t)$, как функции максимального напряжения от времени, и несущей способности $\sigma_V(t)$, как функции предельного напряжения.

Случайные процессы $\sigma(t)$ и $\sigma_V(t)$ во временном интервале $0 \le t \le t_K$ работы изделия необходимо схематизировать таким образом, чтобы получить достаточно простые, пригодные для практического использования расчетные зависимости при эквивалентном по уровню вносимом повреждении за время t_K.

Нестационарный процесс $\sigma(t)$ в первом приближении можно заменить на малых приращениях времени отрезками стационарных процессов с параметрами, равными средним значениям параметров нестационарного процесса. Полученный таким образом стационарный процесс возможно в дальнейшем схематизировать определенной функцией распределения случайных характеристик нагружения. Для изучения взаимодействия процессов $\sigma(t)$ и $\sigma_V(t)$ рассмотрим функцию $\psi(t)$, как разность $\sigma_V(t)$ и $\sigma(t)$:

$$\psi(t) = \sigma_V(t) - \sigma(t). \tag{9}$$

В таком случае за расчетное следует принять состояние, когда функция $\psi(t)$ достигнет минимума в интервале времени $t_1 \le t \le t_2$.

Обозначим соответственно функцию распределения характеристики нагружения $p(\sigma)$ и функцию сопротивления усталости $p(\sigma_V)$, которые заменяют стационарные случайные процессы $\sigma(t)$ и $\sigma_V(t)$ в интервале времени $t_1 \le t \le t_2$. Тогда задача о надежности детали или рабочего элемента конструкции сводится к рассмотрению взаимодействия функций $p(\sigma)$ и $p(\sigma_V)$, образованных из сечений стационарных случайных процессов $\sigma(t)$ и $\sigma_V(t)$ в расчетном временном интервале эксплуатации изделия.

Такой подход к практическому расчету на прочность с учетом вероятностных аспектов является видимо, наиболее целесообразным.

Если же процесс нагружения $\sigma(t)$ стационарный, т.е. среднее значение и дисперсия характеристики нагружения постоянны во времени, а вероятностная зависимость предельного напряжения от любого фактора F, который, будучи неслучайным параметром, влияет на прочность детали, описывается некоторой известной функцией, то эту задачу расчета на прочность при напряжениях, переменных во времени, можно свести к рассмотрению взаимодействия соответствующих одномерных функций распределения.

Так, например, если функции плотностей распределения $p(\sigma)$ и $p(\sigma_V)$ подчинены нормальному закону, то вероятностная зависимость случайной величины σ_V от фактора F в общем виде можно описать поверхностью плотностей вероятностей [6]

$$p(\sigma_V) = \frac{1}{m_{\bar{\sigma}_V}(F)\sqrt{2\pi}} \; exp\left\{ - \frac{\left[\sigma_{VP} - \bar{\sigma}_V(F)\right]^2}{2\left[m^2_{\bar{\sigma}_V}(F)\right]^2} \right\}., \tag{10}$$

которая образована в трехмерной системе координат $p(\sigma)$, F, σ_V движением полученной экспериментально или теоретически функции плотности распределения пределов выносливости по закону изменения $\overline{\sigma}_V(F)$ средних значений пределов выносливости от величины фактора F. Зависимость рассеяния пределов выносливости от величины этого фактора определяется функцией $m_{\overline{\sigma}_V}(F)$.

Аналогично возможно описать поверхность плотностей вероятностей характеристики нагружения $p(\sigma)$:

$$p(\sigma)=\frac{1}{m_{\overline{\sigma}}\sqrt{2\pi}}\ exp\left\{-\frac{\sigma_P-\overline{\sigma}(F)}{2m_{\overline{\sigma}}^2}\right\}. \qquad (11)$$

Если заданной величиной фактора F принять F_c, то расчетным будет сечение поверхностей, (9) и (10), образованное плоскостью $F=F_c=const$:

$$p(\sigma_V)=\frac{1}{m_{\overline{\sigma}_V}(F_c)\sqrt{2\pi}}\ exp\left\{-\frac{\left[\sigma_{VP}-\overline{\sigma}_V(F_c)\right]^2}{2\left[m_{\overline{\sigma}_V}^2(F_c)\right]^2}\right\}. \qquad (12)$$

$$p(\sigma)=\frac{1}{m_{\overline{\sigma}}\sqrt{2\pi}}\ exp\left\{-\frac{\sigma_P-\overline{\sigma}(F_c)}{2m_{\overline{\sigma}}^2}\right\}. \qquad (13)$$

Таким образом, полученные две функции $p(\sigma_V)$ и $p(\sigma)$ распределения соответственно характеристик сопротивления усталости и нагружения определяют расчетное состояние рассматриваемого объекта.

Выводы. При сравнении коэффициентов трения грузов, выбранных образцов все, указывает на то, что использование полимерных материалов отечественного производства приводит к увеличению коэффициентов внешнего

трения по сравнению со сталью до 10 %, тогда как полимеры европейского дают увеличение всего до 5 %.

Для сложных пространственных путей транспортировки можно рекомендовать комбинированные желоба. На участках с более интенсивным износом использовать металлические отводы, а на участках с меньшим износом – полимерные материалы.

Список использованной литературы:

1. *Зенков Р.Л., Ивашко И.И., Колобов Л.Н.* Машины непрерывного транспорта. М.: Машиностроение, 1987. 432 с.
2. *Кулаковский И.В., Кирпичников Ф.С., Резник Е.И.* Машины и оборудование для приготовления кормов: справочник. М.: Россельхозиздат, 1987. 285 с.
3. *Мерданов Ш.М., Смолин Н.И., Иванов А.А., Шефер В.В.* Машины непрерывного транспорта: учебное пособие. Тюмень: ТюмГНГУ, 2010. 208 с.
4. *Иванов С.А., Чиченев Н.А.* Инжиниринг транспортирующих машин и устройств: учебник. М.: Изд. дом НИТУ «МИСиС», 2018. 392 с.
5. *Коновалов В.В., Чупшев А.В., Терюшков В.П.* Оптимизация конструктивно-кинематических параметров смесителя сухих кормов с лопастно-ленточным рабочим органом // Известия Самарской государственной сельскохозяйственной академии. 2013. № 3. С. 83-88.
6. *Кузьмин А.В., Марон Ф.Р.* Справочник по расчётам механизмов подъёмно-транспортных машин. Минск: Высшая школа, 1983. 345 с.
7. *Пахомов В.И., Рудой Д.В., Брагинец С.В., Бахчевников О.Н., Ольшевская А.В.* Технологии и оборудование для производства комбикормов и премиксов: учебное пособие. Ростов-на-Дону: ДГТУ, 2019. 228 с.
8. *Eilermann M., Post C., Radatz H. et al.* A general approach to module-based plant design. Chemical Engineering Research and Design. 2018. Vol. 137. P. 125-140.
9. *Jackson M., Zaman A.* Factory-in-a-box – mobile production capacity on demand. International Journal of Modern Engineering. 2007. Vol. 8. No. 1. P. 12-26.
10. *Kampker A., Voet H., Burggraf P. et al.* Methodology for the development of modular factory systems. FAIM Conference Proceedings. 2014. P. 131-138.

References:

1. Zenkov R.L., Ivashko I.I., Kolobov L.N. *Mashiny` neprery`vnogo transporta* [Continuous transport machines]. Moscow, Mashinostroenie Publ., 1987, 432 p. (In Russian).
2. Kulakovskij I.V., Kirpichnikov F.S., Reznik E.I. *Mashiny` i oborudovanie dlya prigotovleniya kormov* [Feed preparation machinery and equipment]. Moscow, Rossel`xozizdat Publ., 1987, 285 p. (In Russian).
3. Merdanov Sh.M., Smolin N.I., Ivanov A.A., Shefer V.V. *Mashiny` neprery`vnogo transporta* [Continuous transport machines]. Tyumen`, TyumGNGU Publ., 2010, 208 p. (In Russian).
4. Ivanov S.A., Chichenev N.A. *Inzhiniring transportiruyushhix mashin i ustrojstv* [Engineering of conveying machines and devices]. Moscow, MISiS Publ., 2018, 392 p. (In Russian).
5. Konovalov V.V, Chupshev A.V., Teryushkov V.P. Optimizaciya konstruktivno-kinematicheskix parametrov smesitelya suxix kormov s lopastno-lentochny`m rabochim organom [Optimization of the structural and kinematic parameters of the dry feed mixer with a blade-belt working body]. *Izvestiya Samarskoj gosudarstvennoj sel`skoxozyajstvennoj akademii*

[Proceedings of the Samara State Agricultural Academy], 2013, vol. 3, pp. 83-88. (In Russian).
6. Kuz`min A.V., Maron F.R. *Spravochnik po raschyotam mexanizmov pod``yomno-transportny`x mashin* [Handbook of calculations of lifting and transport machinery mechanisms]. Minsk, Vy`sshaya shkola Publ., 1983, 345 p. (In Russian).
7. Paxomov V.I., Rudoj D.V., Braginecz S.V., Baxchevnikov O.N., Ol`shevskaya A.V. *Texnologii i oborudovanie dlya proizvodstva kombikormov i premiksov* [Technologies and equipment for the production of mixed feeds and premixes]. Rostov-on-Don, DGTU Publ., 2019, 228 p. (In Russian).
8. Eilermann M., Post C., Radatz H. A General Approach to Module-based Plant Design. *Chemical Engineering Research and Design*, 2018, vol. 137, pp. 125-140. (In English).
9. Jackson M., Zaman A. Factory-in-a-box Mobile Production Capacity on Demand. *International Journal of Modern Engineering*, 2007, vol. 8, no. 1, pp. 12-26. (In English).
10. Kampker A., Voet H., Burggraf P. Methodology for the Development of Modular Factory Systems. *FAIM Conference Proceedings*, 2014, pp. 131-138. (In English).

Сведения об авторах / Information about authors

Клименко Николай Петрович
канд. техн. наук, доцент кафедры судовых энергетических установок
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
seykgmtu@gmail.com

Klimenko Nikolai Petrovich
Ph.D. (Engin.), Associate Professor at the Department of marine power plants
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
seykgmtu@gmail.com

Олейникова Раиса Евгеньевна
ассистент кафедры машин и аппаратов пищевых производств
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
oleynikova_raisa@mail.ru

Oleynikova Raisa Evgenievna
assistant of the Department of machines and apparatus for food production
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
oleynikova_raisa@mail.ru

УДК 532.5, 663.2 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_164**

Уколов А. И., Родионов В. П.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ КАВИТАЦИИ В ПРОИЗВОДСТВЕ КРАСНОГО ВИНА

Аннотация. В этом исследовании изложена идея применения гидродинамической кавитации к измельченному винограду с использованием оборудования масштаба винодельни. Представлен анализ, влияния кавитации на экстракцию фенольных соединений из винограда, а также на хроматические и физико-химические характеристики готовых вин при попытке оптимизировать процесс мацерации. Результаты показали, как кавитация изменяет физические характеристики кожуры винограда, облегчив фенольную экстракцию и улучшив хроматические характеристики вина, но вызывает лишь незначительные различия в физико-химических характеристиках готовых вин. Применение описанного технологического процесса приготовления вина может повысить производительность винодельни, позволяя сократить более чем на 50 % время мацерации. Главным условием продвижения кавитационной технологии в виноделии является наличие удобных и экономичных установок для кавитации потока. Подобное оборудование уже разработано авторами и реализуется в рамках малого инновационного предприятия.
Ключевые слова: кавитация, вино, мацерация, спирт, ферментация, гидродинамика.

Ukolov A.I., Rodionov V.P.

USE OF HYDRODYNAMIC CAVITATION IN RED WINE PRODUCTION

Abstract. This study outlines the idea of applying hydrodynamic cavitation to crushed grapes using winery-scale equipment. An analysis is presented of the effect of cavitation on the extraction of phenolic compounds from grapes, as well as on the chromatic and physicochemical characteristics of finished wines in an attempt to optimize the maceration process. The results showed how cavitation changes the physical characteristics of the grape skins, facilitating phenolic extraction and improving the chromatic characteristics of the wine, but causes only minor differences in the physicochemical characteristics of the finished wines. The use of the described technological process of wine preparation can increase the productivity of the winery, allowing to reduce the maceration time by more than 50%. The main condition for the advancement of cavitation technology in winemaking is the availability of convenient and economical flow cavitation installations. Such equipment has already been developed by the authors and is being implemented within the framework of a small innovative enterprise.
Keywords: cavitation, wine, maceration, alcohol, fermentation, hydrodynamics.

Введение. В последние годы было замечено, что самая высокая рыночная стоимость вин связана с содержанием в них фенольных соединений [1]. Чтобы получить вина с хорошим хроматическим качеством, необходима усиленная диффузия фенольных соединений из винограда в сусло или вино с суслом. Этот процесс экстракции осуществляется во время стадии мацерации, и его развитие основано на разрушении клеточных стенок кожуры и семян винограда, чтобы добиться высвобождения в среду представляющих интерес соединений. Таким

образом, время мацерации является определяющим фактором качества вина [2].

Однако в некоторых случаях технические ресурсы, имеющиеся на винодельнях, и доступность резервуаров для мацерации могут быть ограничены, что приводит к необходимости сокращения времени мацерации, что может отрицательно сказаться на качестве конечного продукта. С другой стороны, если требуется очень длительное время мацерации для достижения высокого хроматического содержания, производительность виноделен снижается и, более того, это может даже привести к физико-химическим и микробиологическим изменениям в винах, вызывая потерю их органолептических качеств.

Чтобы решить такие проблемы, было проведено множество исследований с использованием различных методов во время виноделия для увеличения экстракции фенола с более коротким временем мацерации. Среди этих методов некоторые использовались в течение многих лет, например, те, которые включают использование пектолитических ферментов или замачивание холодом [3], использование тепла, с такими методами, как термовинификация и мгновенное высвобождение [4], использование микроволн [5], хотя некоторые авторы предполагают, что тепло может влиять на качество и стабильность фенольных соединений [6].

Однако существуют более инновационные методы, основанные на разрыве клеток физическими методами без необходимости повышения температуры, такие как использование импульсных электрических полей или мощного ультразвука (УЗ) [7, 8].

УЗ – еще один метод, который в последние годы вызвал большой интерес в пищевой промышленности. Методика заключается в применении мощных и низкочастотных механических волн (от 20 кГц до 100 кГц). Эти звуковые волны, сформированные в преобразователе, который передает вибрацию на устройства, называемые сонотродами или сонопластинами, генерируют в жидкой среде маленькие пузырьки, которые при достижении критической

точки схлопываются и взрываются, высвобождая большое количество энергии [9]. Когда эти пузырьки схлопываются около поверхности твердого материала, высокое давление и температура создают микроструи, способные вызывать очень локальные повреждения в соседних клеточных структурах, увеличивая проницаемость клеточных мембран для внутриклеточных веществ и снижая селективность клетки [10], тем самым улучшая такие процессы, как обмен соединениями через измененные структуры и/или инактивацию микроорганизмов [11]. Коллапс кавитационных пузырьков также создает экстремальные температурные условия внутри и способствует образованию высокоактивных радикалов. Если вода является средой для обработки ультразвуком, радикалы H и OH образуются из воды, и поэтому применение ультразвука привело к развитию относительно новой области обработки пищевых продуктов, сонохимии пищевых продуктов, основанной на создании химических модификаций в среде через образование свободных радикалов OH [12], которые могут, например, улучшать процесс старения вин [13].

Новым этапом развития применения механолиза в виноделии – это переход на гидродинамическую кавитацию (ГК). ГК имеет ряд преимуществ по сравнению с ультразвуковой. Это относительно недорогая, экологически чистая и новая технология нетермической обработки. Кавитация считается наиболее многообещающим методом ускорения процесса выдержки вина, так как некоторые химические реакции могут быть эффективно запущены и ускорены кавитацией, которая напоминает процесс естественной выдержки вина.

Цель исследования – рассмотреть механизмы влияния и разработать технологический процесс использования гидродинамической кавитации на этапе приготовления готовых вин.

Материалы и методы исследования

Блок-схема процесса показана на рисунке 1. Виноград после очистки от косточек и измельчения, обработан с помощью опытной гидродинамической системы [14, 15] с использованием насадок-кавитаторов. Эта система может

обрабатывать 400 кг измельченного винограда в час и работает при мощности 1000 Вт при удельной мощности 8 Вт/см^2. Оборудование состоит из одного кавитационного реактора, шестиугольной трубы (длиной 1 м), в которой соединены кавитаторы и через которые должен циркулировать измельченный и очищенный виноград. Конструкция оборудования и процесс ограничивают повышение температуры не более чем 2 °С. Сусло ферментируют в резервуарах из нержавеющей стали по 50 кг, которые были заполнены обработанным измельченным и кавитацией виноградом, поддерживая одинаковое соотношение твердое вещество / жидкость в каждом резервуаре.

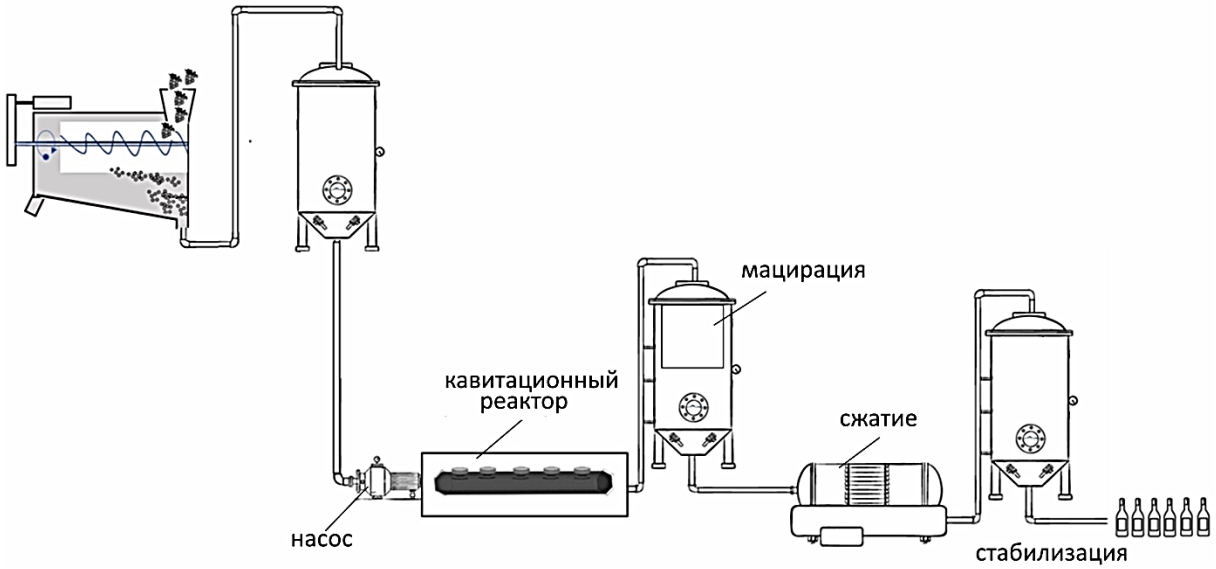


Рисунок 1 – Схема технологического процесса обработки гидродинамической кавитацией

Общая кислотность должна быть скорректирована до 5,5 г/л. Возможно добавление 10-20 г отобранных сухих дрожжей. Технологический процесс выполняется в помещении с регулируемой температурой при 23 ± 2 °С. После мацерации часть вина подвергается прессованию в пневматическом прессе. Безнапорные и прессованные вина объединяют и хранят при комнатной температуре до конца спиртового брожения. По окончании брожения вина выдерживали в холоде при 2 °С в течение одного месяца, отделяют от осадка и

разливали по бутылкам. Сравнительный анализ вина выполняется в конце мацерации кожицы, спиртового брожения и во время розлива в бутылки.

Вина были охарактеризованы путем измерения содержания алкоголя, pH, общей и летучей кислотности. Однофакторный дисперсионный анализ, многомерный дисперсионный анализ и анализ главных компонентов выполняли с использованием статистического пакета.

Результаты исследования и их обсуждение

Рассмотрим физико-химические явления, происходящие в кавитационном реакторе. Кавитация возникает, когда статическое давление падает ниже локального давления насыщенного пара. Чаще всего кавитация вызывается резкими градиентами давления, которые обычно возникают около твердой поверхности в жидкостях, где происходит обратное течение вблизи стенок или разделение пограничного слоя. По мере увеличения интенсивности кавитации могут возникать колебания и образование пузырьков в жидкости. Если кавитация распространяется за пределы кавитирующего объекта и течет вместе со следом, это называется суперкавитацией (рис. 2).

Рисунок 2 – Суперкавитация в сопле-кавитаторе реактора

Как только кавитационный пузырь достигает своего максимального размера или сталкивается с относительно высоким давлением, он становится нестабильным и начинает схлопываться. При этом коллапсе выделяется большое количество энергии в окружающую жидкость в механической, термической и химической формах. По нашим оценкам физическое воздействие ГК, которое является очень разрушительным, включает в себя

ударные волны, микроструи и высокое напряжение сдвига, возникающее в результате схлопывания. Ударные волны могут быть образованы адиабатическим сжатием пузырьков во время быстрых изменений на границе раздела пар-жидкость. Стенка пузыря перестает расти и сжимается с большой скоростью в точке максимального сжатия. Сжимающиеся жидкости отражаются от границы раздела пузырьков, создавая ударные волны высокого давления с сильными нелинейными характеристиками распространения в начале излучения. Скорость распространения ударной волны в воде намного превышает скорость звука в воде (примерно 1500 м/с) и может достигать 2000-4000 м/с в среднем при минимальном радиусе пузыря, с давлением 6000-7150 ГПа.

Наличие твердых границ, свободных поверхностей, силы тяжести или акустического давления может вызвать асимметрию, которая приводит к развитию возвратных струй с высокой скоростью во время быстрого сжатия пузырьков. На рисунке 3 представлен пример процесса оценки микроструи жидкости, вызванной свободной поверхностью во время схлопывания пузырька.

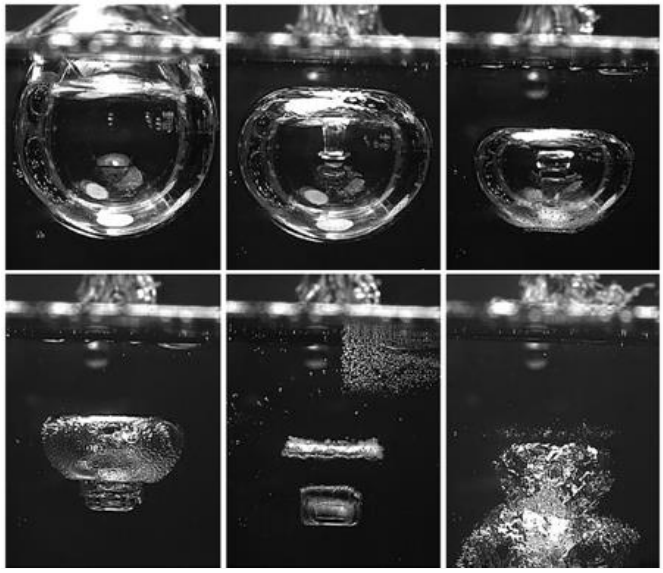


Рисунок 3 – Процесс схлопывания пронизываемого микроструей жидкости кавитационного пузырька вблизи свободной поверхности

Когда пузырек начинает схлопываться, он складывается и проникает через микрострую жидкости, потому что верхняя поверхность ускоряется внутрь быстрее, чем нижняя поверхность. Кроме того, возникает набор ударных волн, когда струя ударяется о нижнюю поверхность до тороидального схлопывания. С другой стороны, для жесткой поверхности струя развивается напротив твердой поверхности и движется к ней.

Максимальные скорости струи 150-170 м/с были измерены экспериментально. Кроме того, более мощные струи могут быть созданы за счет эффекта взаимодействия между пузырьком и импульсами давления, возникающими в результате схлопывания других пузырьков и распространения ударной волны. В таких случаях скорости могут достигать 400 м/с. Воздействие микроструи на (твердую) поверхность создает давление гидроудара, которое линейно зависит от скорости струи следующим образом:

$$p_{wh} = \frac{\rho_w c_w \rho_c c_s}{\rho_w c_w + \rho_s c_s} \upsilon_{imp}, \quad (1)$$

где ρ_w и c_w – плотность и скорость звука в среде соответственно;

ρ_s и c_s – соответствующие значения для твердой границы.

Более того, эффективный удар может в три раза превышать давление гидравлического удара из-за конической или круглой формы наконечника. Во время схлопывания пузыря также возникают высокие касательные напряжения. Величина индуцированных касательных напряжений может достигать 100 кПа наряду с высокой скоростью сдвига стенки $5{,}88 \times 10^6$ с$^{-1}$.

Имплозия или коллапс сжимает газ и пар в кавитационном пузыре и генерирует интенсивное тепло, которое повышает температуру жидкости, непосредственно окружающее пузырек, и создает локальную горячую точку. Локализованные горячие точки имеют температуру в несколько тысяч Кельвинов и увеличивают скорость нагрева и охлаждения выше 10^{10} К/с в

течение микросекунд. Эффект нагрева во многом зависит от расстояния от центра пузыря. Вдоль расстояния выделяются три области:

1) внутри пузырька, где максимальная температура газовой фазы может достигать 4300-5200 K ± 200 K в воде;

2) на границе раздела, где температура тонкого слоя жидкости, непосредственно окружающего схлопывающийся пузырь, может достигать 1900 K;

3) в объемных средах, хотя схлопывание пузырьков не влияет напрямую на температуру объема.

Химический эффект кавитации проявляется через стандартные реакции. $\bullet OH$ имеет высокий окислительный или стандартный восстановительный потенциал (2,8 В). С одним неспаренным электроном $\bullet OH$ может удалить электрон из других веществ. Это играет значительную роль в химии и способствует разложению веществ и инактивации микроорганизмов.

Экстремальные условия, создаваемые схлопыванием пузырьков в газовой фазе и на границе раздела газ-жидкость, могут разлагать молекулы воды (H_2O) и растворенного кислорода (O_2) в полостях на химически активные разновидности атомов водорода ($\bullet H$), атомов кислорода ($\bullet O$), $\bullet OH$ и гидропероксильные радикалы ($HO_2\bullet$). H_2O, $\bullet O$ и O_2 могут быть образованы этими первичными радикалами, если нет растворенного вещества. Рекомбинация $\bullet OH$ и $HO_2\bullet$ приводит к образованию пероксида водорода (H_2O_2) вне горячих пузырьков или на границе раздела более холодных. Кроме того, виды $\bullet H$ и $\bullet OH$ могут реагировать с H_2O_2 с образованием $\bullet OH$ и $HO_2\bullet$.

Описанные выше формы влияния кавитации приводят к новым механизмам химической кинетики. Виноград, обработанный ГК, показал небольшое сжатие эпикарпия, плазмолиз субэпидермальных клеток и определенную степень коллапса мезокарпия. Больше ячеек с однородной окраской и больше ячеек без окраски. Таким образом, прямым эффектом кавитации, по-видимому, является удаление полифенолов, а также деградация и морфологическая модификация внешних слоев кожи.

Ферментация винограда, обработанного кавитацией, будет иметь самую низкую скорость, особенно в течение первых нескольких дней. Это связано с воздействием кавитационных пузырьков на микробиологические популяции [16,17], что приведёт к снижению эндогенной микробной нагрузки винограда перед ферментацией и небольшой задержке начальной скорости брожения. Поэтому и требуется добавление коммерческих дрожжей на следующий день после заполнения резервуаров, чтобы брожение закончилось примерно в одно и то же время во всех винификациях.

Обработка измельченного винограда ГК и 72-часовая мацерация позволят получить такое же извлечение дубильных веществ, как и при 7-дневной мацерации без обработки кавитацией. Более высокая концентрация дубильных веществ в этих винах также оправдывает более высокие значения общего фенольного индекса. Это подтверждает, что обработка кавитацией оказывает положительное влияние на экстракцию фенольных компонентов, как сообщается и в других исследованиях [18, 19], особенно тех, которые наиболее тесно связаны со стенками клеток, таких как танины.

Большинство исследований, проведенных при применении кавитации в виноделии, не уделяют достаточного внимания возможному влиянию на другие физико-химические характеристики исследуемых вин, которые были проанализированы в момент розлива (таблица 1). В целом, как [20] было обнаружено, что любые различия в параметрах из-за обработки винограда ультразвуком незначительными.

Никаких значительных различий в отношении содержания алкоголя в образцах не наблюдается. Поскольку кислотность корректировалась в начале процесса виноделия, различий в pH или общей кислотности также не фиксировалось. Если вина не подвергаются яблочно-молочной ферментации, присутствует яблочная кислота, и никаких различий между этой кислотой и винной кислотой не наблюдается. Летучая кислотность была очень похожей во всех винах, и обработка винограда кавитацией не приводит к каким-либо проблемам, связанным ее с получением.

Таблица 1 – Физико-химический анализ различных вин во время розлива

№	%Alc	pH	TAc	VAc	MeOH	Mal	Tart	Ethanal	K	Ca
1	15.72 ± 0.23	3.58± 0.10	5.17 ± 0.15	0.65 ± 0.06	103.67± 7.64	0.77 ± 0.06	1.53 ± 0.32	47.67 ± 6.11	0.85± 0.02	56.67± 5.51
2	16.07 ± 0.15	3.56± 0.01	5.37 ± 0.06	0.75 ± 0.04	112.33± 12.50	0.77 ± 0.06	1.77 ± 0.06	52.00 ± 1.00	0.87 ± 0.01	55.00± 1.73
3	15.67 ± 0.01	3.59± 0.01	5.25 ± 0.05	0.66 ± 0.02	120.00± 14.00	0.75 ± 0.05	1.70 ± 0.00	48.67 ± 2.52	0.92 ± 0.03	66.67± 8.51
4	15.52 ± 0.59	3.63± 0.07	5.07 ± 0.15	0.60 ± 0.06	122.00± 3.00	0.77 ± 0.06	1.57 ± 0.15	51.33 ± 5.51	0.95 ± 0.01	60.33± 3.06
5	16.23± 0.07	3.59± 0.03	5.40 ± 0.00	0.75 ± 0.01	136.33± 15.04	0.73 ± 0.06	1.67 ± 0.06	46.00 ± 6.25	0.89 ± 0.04	56.33± 7.02
6	15.70± 0.03	3.59± 0.04	5.43 ± 0.31	0.64 ± 0.04	173.00± 24.25	0.70 ± 0.10	1.63 ± 0.15	54.33 ± 20.65	0.93 ± 0.04	55.67± 6.43
7	14.92± 0.20	3.57± 0.05	5.57 ± 0.12	0.60 ± 0.06	265.33± 20.26	0.80 ± 0.00	1.40 ± 0.17	40.67 ± 12.22	0.96 ± 0.01	65.0 ± 10.00

где % Alc – содержание спирта, TAc – общая кислотность (г/л), VAc – летучая кислотность (г/л), MeOH – содержание метанола (мг/л), Mal – яблочная кислота (г/л), Tart – винная кислота (г/л), K – калий (мг/л), Ca – кальций (мг/л).

Несколько более высокие значения в винах, изготовленных из виноградного сусла обработанного ГК, связаны с низкой скоростью брожения, наблюдаемой в этих винификациях, что способствует развитию уксусных бактерий. В процессе окисления этанола образовывается этаналь, но различий в его концентрации между любыми винами не наблюдается. Это соединение используется в качестве эталонного параметра окислительных процессов, которые могут происходить в вине. Таким образом, низкие количества этаналя, обнаруженные в винах, и тот факт, что вина, изготовленные из сырья, обработанного кавитацией, не показали более высоких уровней этого соединения, указывает на то, что обработка не вызывает окисления во время виноделия. Обработка ГК немного увеличивает присутствие метанола из-за более высокой экстракции пектиновых соединений из стенок клеток кожи, хотя различия не значительны. Между винами не было обнаружено различий в содержании кальция, только небольшие различия в содержании калия. Однако следует помнить, что вина проходят процесс холодной стабилизации, и, следовательно, влияние обработки кавитацией на содержание этих двух

катионов будет более очевидным при наблюдении за их содержанием в сусле, полученном после обработки, чем в готовых винах.

Выводы

Обработка винограда кавитацией – перспективная очень интересная технология, легко применяемая на винодельнях, которая приводит к получению вин с улучшенными хроматическими характеристиками. Если использовать такое же время мацерации кожицы, вина из обработанного кавитацией винограда будут иметь лучший цвет и более высокое содержание фенолов. Кроме того, обработка винограда кавитацией может позволить сократить время мацерации более чем на 50 % без потери цвета или стабильности вина, тем самым увеличивая работоспособность винодельни.

Выполненная авторами оптимизация рабочих параметров высоконапорных установок для получения стабильной кавитации потока позволяет применить эту экологически чистую и энергетически выгодную технологию в виноделии. Внедрение малогабаритных установок для кавитационной обработки винного сырья – это инновационный шаг виноделов юга России к созданию «нового» продукта по своим вкусовым качествам.

Список использованной литературы:

1. *Mercurio M. D., Dambergs R. G., Cozzolino D., Herderich M. J., Smith P. A.* Relationship between red wine grades and phenolics. Tannin and total phenolics concentrations // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2010. Vol. 58. No. 23. P. 12313-12319. DOI: 10.1021/jf103230b.
2. *Alencar M., Cazarin C., Correa L., Marostica M., Biasoto M., Behrens J.* Influence of maceration time on phenolic compounds and antioxidant activity of the Syrah must and wine // Journal of Food Biochemistry. 2018. Vol. 42. P. 12471. DOI: 10.1111/jfbc.12471.
3. Sacchi K. L., Bisson L. F., Adams D. O. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines // American Journal of Enology and Viticulture. 2005. Vol. 56. No. 3. P. 197-206.
4. *Atanackovi´c M., Petrovi´c A., Jovi´c S., Gojkovi´c-Bukarica L., Bursa´c M., Cveji´c J.* Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines // Food Chemistry. 2012. Vol. 131. No. 2. P. 513-518. DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.09.015.
5. *Carew A. L., Gill W., Close D. C., Dambergs R. G.* Microwave maceration with early pressing improves phenolics and fermentation kinetics in pinot noir // American Journal of Enology and Viticulture. 2014. Vol. 201465. No. 3. P. 401-406. DOI: 10.5344/ajev.2014.13089.
6. *Geffroy O., Lopez R., Feilhes C., Violleau F., Kleiber D., Favarel J., Ferreira V.* Modulating analytical characteristics of thermovinified Carignan musts and the volatile composition of the

resulting wines through the heating temperature // Food Chemistry. 2018. Vol. 257. P. 7-14. DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.02.153.

7. *Lopez N., Puertolas E., Condon S., Alvarez I., Raso J.* Effects of pulsed electric fields on the extraction of phenolic compounds during the fermentation of must of Tempranillo grapes // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2008. Vol. 9. No. 4. P. 477-482. DOI: 10.1016/j.ifset.2007.11.001.
8. *Lopez N., Puertolas E., Condon S., Alvarez I., Raso J.* Application of pulsed electric fields for improving the maceration process during vinification of red wine: influence of grape variety // European Food Research and Technology. 2008. Vol. 227. No. 4. P. 1099-1107. DOI: 10.1007/s00217-008-0825-y.
9. *Chemat F., Zill-E-Huma, Khan M. K.* Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction // Ultrasonics Sonochemistry. 2011. Vol. 18. P. 813-835. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2010.11.023.
10. *Clodoveo M., Dipalmo T., Rizzello C. G., Corbo F., Crupi P.* Emerging technology to develop novel red winemaking practices: An overview // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2016. Vol. 38. P. 41-56. DOI: 10.1016/j.ifset.2016.08.020.
11. *Gallo M., Ferrara L., Naviglio D.* Application of ultrasound in food science and technology: A perspective // Foods. 2018. Vol. 7. P. 164. DOI: 10.3390/foods7100164.
12. *Krasulya O., Shestakov S., Bogush, V., Potoroko I., Cherepanov P., Krasulya B.* Applications of sonochemistry in Russian food processing industry // Ultrasonics Sonochemistry. 2014. Vol. 21. P. 2112-2116. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.03.015.
13. *Zhang Q.-A., Shen Y., Fan X., García-Martín J.F., Wang X., Song Y.* Free radical generation induced by ultrasound in red wine and model wine: An EPR spin-trapping study // Ultrasonics Sonochemistry. 2015. Vol. 27. P. 96-101. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.05.003.
14. *Уколов А.И., Родионов В.П., Уколова Ю.В.* Деаэрация питательной воды в процессе гидродинамической кавитации // Сборник тезисов докладов участников пула научно-практических конференций ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет». Керчь, 2020. С. 92-94.
15. *Уколов А.И.* Влияние кавитационной обработки воды на окисление поверхности металла // Сборник трудов по материалам II Национальной научно-практической конференции преподавателей и аспирантов «Морские технологии: проблемы и решения – 2020». Керчь, 2020. С. 72-75.
16. Luo H., Schmid F., Grbin P.R., Jiranek V. Viability of common wine spoilage organisms after exposure to high power ultrasonics // Ultrasonics Sonochemistry. 2012. Vol. 19. No. 3. P. 415-420. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2011.06.009.
17. *Gracin L., Jambrak A.R., Juretic H., Dobrovic S., Barukcic I., Grozdanovic M., Smoljanic C.* Influence of high power ultrasound on Brettanomyces and lactic acid bacteria in wine in continuous flow treatment // Applied Acoustics. 2016. Vol. 103. P. 143-147. DOI: 10.1016/j.apacoust.2015.05.005.
18. *Gambacorta G., Trani A., Punzi R., Fasciano C., Leo R., Fracchiolla G., Faccia M.* Impact of ultrasounds on the extraction of polyphenols during winemaking of red grapes cultivars from southern Italy // Innovative Food Science & Emerging Technologies. 2017. Vol. 43. P. 54-59. DOI: 10.1016/j.ifset.2017.07.029.
19. *Lukic K., Brncic M., Curko N., Tomaševic M., Valinger D., Denoya G.I., Ganic K.* Effects of high power ultrasound treatments on the phenolic, chromatic and aroma composition of young and aged red wine // Ultrasonics Sonochemistry. 2019. Vol. 59. P. 104725. DOI: 10.1016/j.ultsonch.2019.104725.
20. *Zhang Q.-A., Shen Y., Fan X.-H., García-Martín J.F.* Preliminary study of the effect of ultrasound on physicochemical properties of red wine // Journal of Food. 2015. Vol. 14. No. 1. P. 55-64. DOI: 10.1080/19476337.2015.1045036.

References:

1. Mercurio M. D., Dambergs R. G., Cozzolino D., Herderich M. J., Smith P. A. Relationship between red wine grades and phenolics. Tannin and total phenolics concentrations. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 2010, vol. 58, no. 23, pp. 12313-12319. (In English). DOI: 10.1021/jf103230b.
2. Alencar M., Cazarin C., Correa L., Marostica M., Biasoto M., Behrens J. Influence of maceration time on phenolic compounds and antioxidant activity of the Syrah must and wine. *Journal of Food Biochemistry*, 2018, vol. 42, pp. 12471. (In English). DOI: 10.1111/jfbc.12471.
3. Sacchi K. L., Bisson L. F., Adams D. O. A review of the effect of winemaking techniques on phenolic extraction in red wines. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2005, vol. 56, no. 3, pp. 197-206. (In English).
4. Atanackovi´c M., Petrovi´c A., Jovi´c S., Gojkovi´c-Bukarica L., Bursa´c M., Cveji´c J. Influence of winemaking techniques on the resveratrol content, total phenolic content and antioxidant potential of red wines. *Food Chemistry*, 2012, vol. 131, no. 2, pp. 513-518. (In English). DOI: 10.1016/j.foodchem.2011.09.015.
5. Carew A. L., Gill W., Close D. C., Dambergs R. G. Microwave maceration with early pressing improves phenolics and fermentation kinetics in pinot noir. *American Journal of Enology and Viticulture*, 2014, vol. 201465, no. 3, pp. 401-406. (In English). DOI: 10.5344/ajev.2014.13089.
6. Geffroy O., Lopez R., Feilhes C., Violleau F., Kleiber D., Favarel J., Ferreira V. Modulating analytical characteristics of thermovinified Carignan musts and the volatile composition of the resulting wines through the heating temperature. *Food Chemistry*, 2018, vol. 257, pp. 7-14. (In English). DOI: 10.1016/j.foodchem.2018.02.153.
7. Lopez N., Puertolas E., Condon S., Alvarez I., Raso J. Effects of pulsed electric fields on the extraction of phenolic compounds during the fermentation of must of Tempranillo grapes. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2008, vol. 9, no. 4, pp. 477-482. (In English). DOI: 10.1016/j.ifset.2007.11.001.
8. Lopez N., Puertolas E., Condon S., Alvarez I., Raso J. Application of pulsed electric fields for improving the maceration process during vinification of red wine: influence of grape variety. *European Food Research and Technology*, 2008, vol. 227, no. 4, pp. 1099-1107. (In English). DOI: 10.1007/s00217-008-0825-y.
9. Chemat F., Zill-E-Huma, Khan M. K. Applications of ultrasound in food technology: Processing, preservation and extraction. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2011, vol. 18, pp. 813-835. (In English). DOI: 10.1016/j.ultsonch.2010.11.023.
10. Clodoveo M., Dipalmo T., Rizzello C. G., Corbo F., Crupi P. Emerging technology to develop novel red winemaking practices: An overview. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2016, vol. 38, pp. 41-56. (In English). DOI: 10.1016/j.ifset.2016.08.020.
11. Gallo M., Ferrara L., Naviglio D. Application of ultrasound in food science and technology: A perspective. *Foods*, 2018, vol. 7, p. 164. (In English). DOI: 10.3390/foods7100164.
12. Krasulya O., Shestakov S., Bogush, V., Potoroko I., Cherepanov P., Krasulya B. Applications of sonochemistry in Russian food processing industry. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2014, vol. 21, pp. 2112-2116. (In English). DOI: 10.1016/j.ultsonch.2014.03.015.
13. Zhang Q.-A., Shen Y., Fan X., García-Martín J.F., Wang X., Song Y. Free radical generation induced by ultrasound in red wine and model wine: An EPR spin-trapping study. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2015, vol. 27, pp. 96-101. (In English). DOI: 10.1016/j.ultsonch.2015.05.003.
14. Ukolov A.I., Rodionov V.P., Ukolova Yu.V. Deaeraciya pitatel'noj vody v processe gidrodinamicheskoj kavitacii [Deaeration of feed water during hydrodynamic cavitation]. *Sbornik tezisov dokladov uchastnikov pula nauchno-prakticheskih konferencij FGBOU VO «Kerchenskij gosudarstvennyj morskoj tekhnologicheskij universitet»* [Collection of abstracts of participants in the pool of scientific and practical conferences «Kerch State Maritime

Technological University»]. Kerch, 2020, pp. 92-94. (In Russian).
15. Ukolov A.I. Vliyanie kavitacionnoj obrabotki vody na okislenie poverhnosti metalla [Influence of cavitation treatment of water on oxidation of the metal surface]. *Sbornik trudov po materialam 2 Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej i aspirantov «Morskie tekhnologii: problemy i resheniya – 2020»* [Proceedings of the 2nd National Scientific and Practical Conference of Teachers and Postgraduates «Maritime Technologies: Problems and Solutions – 2020»]. Kerch, 2020, pp. 72-75. (In Russian).
16. Luo H., Schmid F., Grbin P.R., Jiranek V. Viability of common wine spoilage organisms after exposure to high power ultrasonics. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2012, vol. 19, no 3, pp. 415-420. (In English). DOI: 10.1016/j.ultsonch.2011.06.009.
17. Gracin L., Jambrak A.R., Juretic H., Dobrovic S., Barukcic I., Grozdanovic M., Smoljanic C. Influence of high power ultrasound on Brettanomyces and lactic acid bacteria in wine in continuous flow treatment. *Applied Acoustics*, 2016, vol. 103, pp. 143-147. (In English). DOI: 10.1016/j.apacoust.2015.05.005.
18. Gambacorta G., Trani A., Punzi R., Fasciano C., Leo R., Fracchiolla G., Faccia M. Impact of ultrasounds on the extraction of polyphenols during winemaking of red grapes cultivars from southern Italy. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 2017, vol. 43, pp. 54-59. (In English). DOI: 10.1016/j.ifset.2017.07.029.
19. Lukic K., Brncic M., Curko N., Tomaševic M., Valinger D., Denoya G.I., Ganic K. Effects of high power ultrasound treatments on the phenolic, chromatic and aroma composition of young and aged red wine. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2019, vol. 59, pp. 104725. (In English). DOI: 10.1016/j.ultsonch.2019.104725.
20. Zhang Q.-A., Shen Y., Fan X.-H., García-Martín J.F. Preliminary study of the effect of ultrasound on physicochemical properties of red wine. *Journal of Food*, 2015, vol. 14, no. 1, pp. 55-64. (In English). DOI: 10.1080/19476337.2015.1045036.

Сведения об авторах / Information about authors

Уколов Алексей Иванович	канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики, физики и информатики Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 ukolov_aleksei@mail.ru
Ukolov Alexey Ivanovich	Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor at the Department of mathematics, physics and informatics Kerch State Marine Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 ukolov_aleksei@mail.ru
Родионов Виктор Петрович	д-р техн. наук, доцент, консультант отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 vik-rodio@yandex.ru
Rodionov Victor Petrovich	Dr. Sci. (Engin.), Associate Professor, Consultant of the Department of Research and Development Support Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 vik-rodio@yandex.ru

УДК 621.928.028.3 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_178**

Фалько А.Л., Пакулина Д.П., Клиндухов Е.А.

ПРИМЕНЕНИЕ КОНУСНЫХ ПОВЕРХНОСТЕЙ СИТ ДЛЯ РАЗМЕРНОЙ КЛАССИФИКАЦИИ СЫПУЧИХ ПРОДУКТОВ

Аннотация. Сепарация с помощью сит в настоящее время, как и в прошлом, актуальна в отношении других способов. Статья представляет теоретические и экспериментальные научные изыскания центробежной и вибрационной классификации сыпучих пищевых материалов по размерам на ситах конической формы с незначительным углом конусности. В процессе такой сепарации объединяются два вида движения, как результат – сложное движение слоя или частички пищевой массы по ситовому конусу. Рабочим органом является коническая ситовая поверхность, на которой и происходит сложное движение массы продукта. При сложном виброцентробежном движении частицы сепарируемого материала проявляют весь набор физико-механических свойств относительно рабочей поверхности сита, что приводит к высокой эффективности, контролируемой стабильности и постоянству процесса. Конусное сито создаёт вертикальные вибрации и центробежную силу за счёт вращения вокруг оси конуса, что оказывает воздействие на частицы с начального момента нахождения их на сите сразу после загрузки. Так как параметры вибрации и угловая скорость вращения есть задаваемые параметры, то плавно изменяя их можно задавать число касаний частицы или слоя продукта и ситовой поверхности при сложном виброцентробежном движении, что определит число стремлений частицы пройти через сито. При такой схеме движения становится возможным делать зоны ситовой конической поверхности с ячеями разных размеров. Зоны сита получатся коническими кольцами, мысленно разделёнными плоскостями, которые параллельны основанию конического сита.
Ключевые слова: сито, коническое сито, вибрационная сепарация, фракция, центробежная сепарация, частица.

Falko A.L., Pakulina D.P., Klinduhov E.A.

APPLICATION OF TAPERED SIEVES FOR SIZE CLASSIFICATION OF BULK PRODUCTS

Abstract. Separation with the help of sieves is currently as well as in the past relevant in relation to other methods. The article presents theoretical and experimental scientific research on the centrifugal and vibration classification of bulk food materials by size on conical sieves with a slight taper angle. In the process of such separation, two types of movement are combined, as a result - a complex movement of a layer or particles of food mass along a sieve cone. The working body is a conical sieve surface on which a complex movement of the product mass takes place. With complex vibrocentrifugal motion, the particles of the separated material exhibit the entire set of physical and mechanical properties relative to the working surface of the sieve, which leads to high efficiency, controlled stability and constancy of the process. The cone sieve creates vertical vibrations and centrifugal force due to rotation around the axis of the cone, which affects the particles from the initial moment they are on the sieve immediately after loading. Since the vibration parameters and the angular velocity of rotation are set parameters, by smoothly changing them, you can set the number of touches of the particle or layer of the product and the sieve surface during complex vibrocentrifugal motion, which will determine the number of particle aspirations to pass through the sieve. With such a movement pattern, it becomes possible to make zones of the sieve conical surface with cells of different sizes. The sieve zones will be formed by conical rings, mentally separated by planes, which are parallel to the base of the conical sieve.
Keywords: sieve, cone-shaped screen, vibration separation, fraction, centrifugal separation, particle.

Введение. Для настоящего исследования можно выбрать классификаторы зерна серии Р8-УЦС-200 (виброцентробежные), как самые известные и применяемые сегодня в перерабатывающей промышленности по причине своей малой энергоёмкости [1]. Различное расположение симметричных сит: под углом к основанию сепаратора, горизонтально или вертикально, исследовалось многими учёными изучавшими поведение зерновых смесей на ситовых поверхностях сепараторов [2, 3]. Придание зерновой массе сложного движения, получаемого с помощью центробежной силы и вибрации ситовой поверхности, предположительно должно давать положительный эффект для процесса деления частиц по размерам и преимущество такой конструкции следует проверить на практике.

В сепараторах типа Р8-УЦС-200, механические колебания сита позволяют резко снижать засоряемость ячеек сита и сохранять частицы сыпучей массы без повреждений, несмотря на высокие обороты вращения сита. В таких машинах не проходящие через сито частицы, какое-то время находятся прижатыми к стенкам цилиндрического сита под действием центробежной силы. Такое прижимание к ситу не является жестким, благодаря механическим колебаниям сита в вертикальной плоскости, это называют «вязким трением». Оно происходит на поверхности сита, в результате процесс сепарации интенсифицируется и обеспечивается механическая целостность частиц (зёрен), это подтверждено исследованиями и публикациями учёных Пивень М.В., Тищенко Л.Н., Харченко В.В. [4].

Центробежная сила может снижаться, если барабанные сита имеют коническую форму (рис. 1), частицы сырья при этом скользят по ситовой площади какое-то время, за которое осуществляется процесс сепарации. Такой процесс называется «вязкое трение», которое препятствует истиранию частиц продукта, но не в достаточной мере, так как значение центробежной силы будет достаточно большое, ведь эта сила удерживает частицы на ситовой поверхности, которая близка к вертикальной, следовательно, после этого можно

обнаружить мелкие механические повреждения частиц [5, 6]. Авторы статьи предлагают заменить «вязкое трение» перемещением за счёт механических колебаний сита, так, чтобы движение частиц происходило по вектору центробежной силы, форму сита для этого необходимо изменить, уменьшив наклон ситовой поверхности к горизонту.

Цель исследования – научно обосновать возможность осуществления процесса размерной классификации сыпучих пищевых продуктов при сложном движении конического сита с малым «углом конусности», где сложное движение рабочего органа состоит из вибрационного и вращательного движения, определённого заданными кинематическими и геометрическими параметрами, а также иными характеристиками.

Материалы и методы исследования. Наклон ситовой конусной поверхности к горизонту должен составлять менее 45 градусов, что называется «малой конусностью» (рис. 2) [5, 6]. Экспериментальная проверка осуществления такого процесса должна обеспечиваться с помощью сыпучего продукта с размером частиц 0,0005...0,002 м, близость частиц продукта к высокодисперсным порошкам будет гарантировать повторяемость процесса для более крупных частиц.

Проведение практического эксперимента производилось с пищевым продуктом (ГОСТ 572-78 крупа шлифованная, «Пшено») (рис. 3). Продукт предварительно просеяли для исключения инородных примесей, диаметр полученных частиц 1,5…2,2 мм. Сито представляет собой коническую поверхность, направленную конусом вниз, основание конуса 0,5 м, угол конусности 30 градусов, материал сталь, диаметр ячеек 1,8 мм [7, 8]. Сито выполняет сложное движение сочетающее вращение и вертикально направленные колебания. Все кинематические параметры движения могли плавно меняться в определённых диапазонах.

Частица или слой, находящийся на ситовой поверхности совершающей сложное движение, движется по радиусу конуса относительно самого сита, в

пространстве получается движение по расходящейся спирали и скачкообразно. За счёт колебаний сита длина пути частицы или слоя скольжением сокращается благодаря возникновению этапов полёта, что установлено экспериментально с помощью скоростной видеосъёмки. Частота вращения конусного сита 100 об/мин.

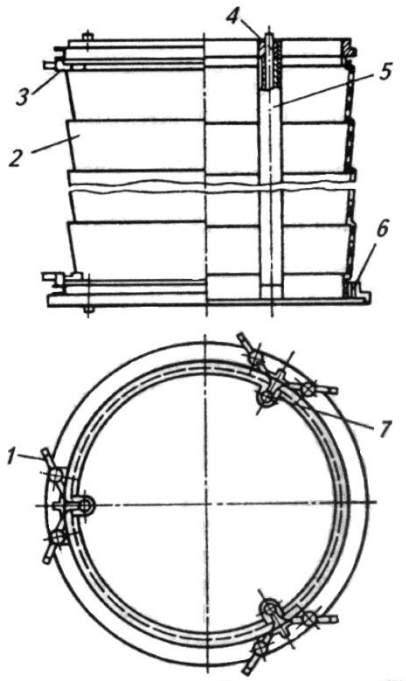


Рисунок 1 – Конусная ситовая поверхность ВЦС: Р8-УЦС-200: 1 – винт; 2 – секция; 3 – кронштейн; 4 – стяжка; 5 – планка; 6 – кольцо-стойка; 7 – стойка [6]

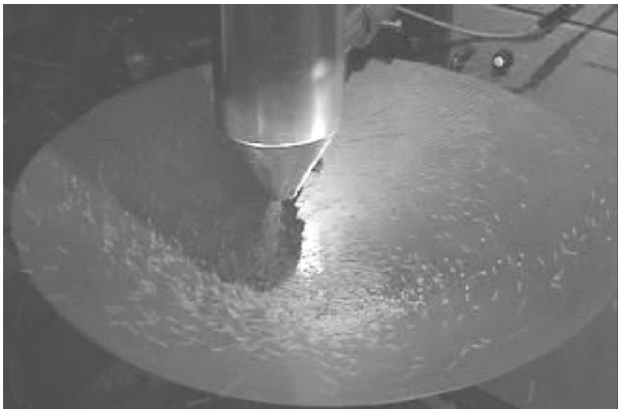


Рисунок 2 – Размерная классификация пшена при сложном движении конусного стального сита

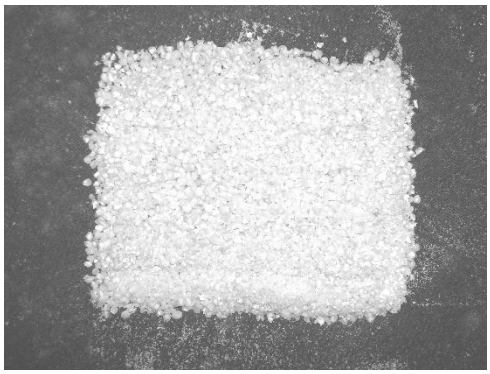


Рисунок 3 – Проходная фракция

Для выбора аналитической теории движения объекта в пространстве отслеживали траекторию движения частицы (слоя) в промежутке реального времени. Выделив предварительно образующую конуса линией белого цвета.

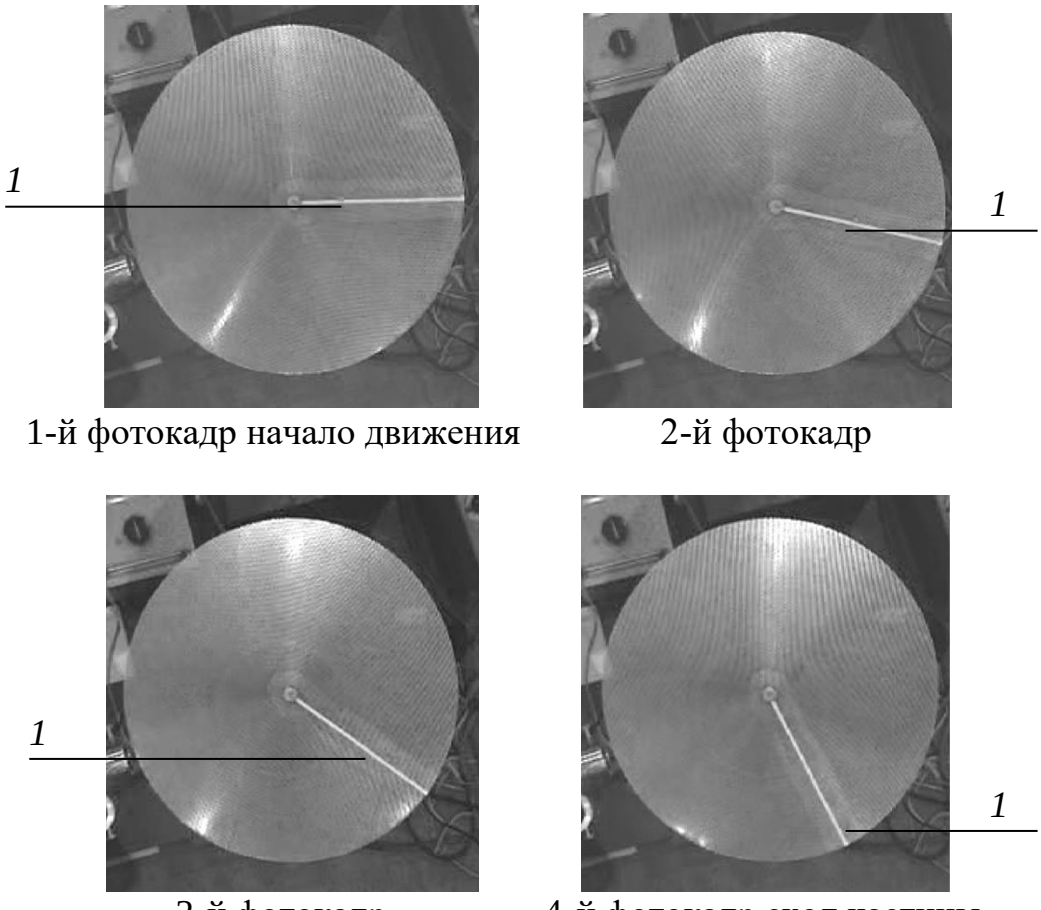
На начальном радиусе в месте загрузки сыпучей массы на сито расположим частицу (зерно) размером немного больше ячейки сита, что обеспечит его движение по поверхности сита до схода с него.

Зададим вращение конусному ситу $\omega_в$ = 4,712 рад/с (45 об/мин), которое обеспечит плавный сдвиг частицы. Сразу же придадим ситу колебательное вертикально направленное (вибрационное) движение с параметрами (A = 0,0005 м и ν = 25 Гц), где A и ν – соответственно амплитуда и частота колебаний. Скоростная видеозапись процесса перемещения частицы производилась со скоростью 25 (кадр/сек). На рисунке 4 отметим места расположения частицы на поверхности сита относительно отмеченной образующей конуса. В результате проведения эксперимента выяснилось, что вибрация позволяет небольшому значению центробежной силы $-\vec{P}_ц$, задавать направленное движение частице (или слою) продукта, которое без колебательного движения поверхности вообще не могло возникнуть. Это говорит о том, что вибрация имеет возможность понизить предел, который гарантирует начало движения слоя (частицы) из недвижимого состояния на какой-либо поверхности и обеспечивать дальнейшее перемещение слоя (частицы) в направленное перемещение при сложном движении рабочего органа. Используя первые четыре кадра видеозаписи начала движения частицы (или слоя) отметим места нахождения частицы в разные моменты времени, но соблюдая последовательность кадров, рисунок 4. На первом кадре частица расположена на начальном радиусе $\vec{r}_0$. Отметив все зафиксированные на кадрах положения частицы на первом кадре, получим реальную траекторию движения частицы продукта, условно соединив для наглядности все зафиксированные места пребывания частицы, рисунок 5.

Проанализировав траекторию сложного движения продукта, а также результаты аналогичных опытов с другими зерновыми культурами, близкими по размеру частицы и её физико-механическим свойствам, авторы статьи пришли к определённому выводу. Вывод выражается так: при использовании конусного сита 0,5 м можно принять условное допущение, что вибрационное перемещение материального тела (частицы) в любом случае происходит по прямой образующей конуса в направлении основания конуса [6, 9].

Результаты исследования и их обсуждение. Слой сыпучей массы *m* принимаем как материальную точку, на которую действует сила тяжести *mg*, сила инерции $I = mA\omega_к^2 \sin\omega_к t$, ($\omega_K$ и A – частота и амплитуда колебаний конусного сита, *t* – текущее время), а также: сила $F_{тр}$ – сила сухого трения, $\vec{P}_ц$ – центробежная сила, *N* – нормальная реакция [6], рисунок 6.

Конусная поверхность стального штамповочного сита (основание конуса горизонтально), которое вращается вокруг оси своего конуса и совершает вертикально направленные механические колебания, имеет угол наклона конуса к горизонту α. Угол между вертикальной осью и поверхностью сита равен 90°. Как подтверждают практические эксперименты рациональное значение α находится в диапазоне $10^o \le \alpha \le 35^o$.



1-й фотокадр начало движения 2-й фотокадр

3-й фотокадр 4-й фотокадр сход частицы

Рисунок 4 – Перемещение частицы при сложном движении сита, *1* – частица

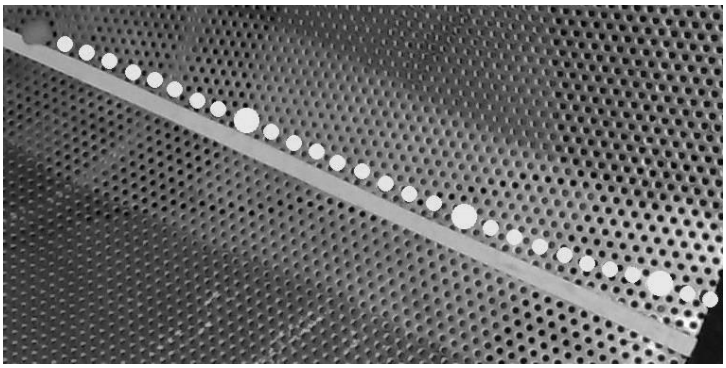


Рисунок 5 – Траектория движения частицы

Система отсчёта координат *XOY* (рисунок 6) неинерционная, является подвижной и абсолютно жёстко связанна с колеблющейся поверхностью сита. $\xi O_1 \tau$ – неподвижная система, в нейтральным положением связанная с подвижной системой *XOY*. Движение ситовой поверхности (рабочего органа) рассматриваем относительно системы $\xi O_1 \tau$ [7]. Конусное сито представлено на рисунке 6 в основных положениях: среднем, нижнем и верхнем.

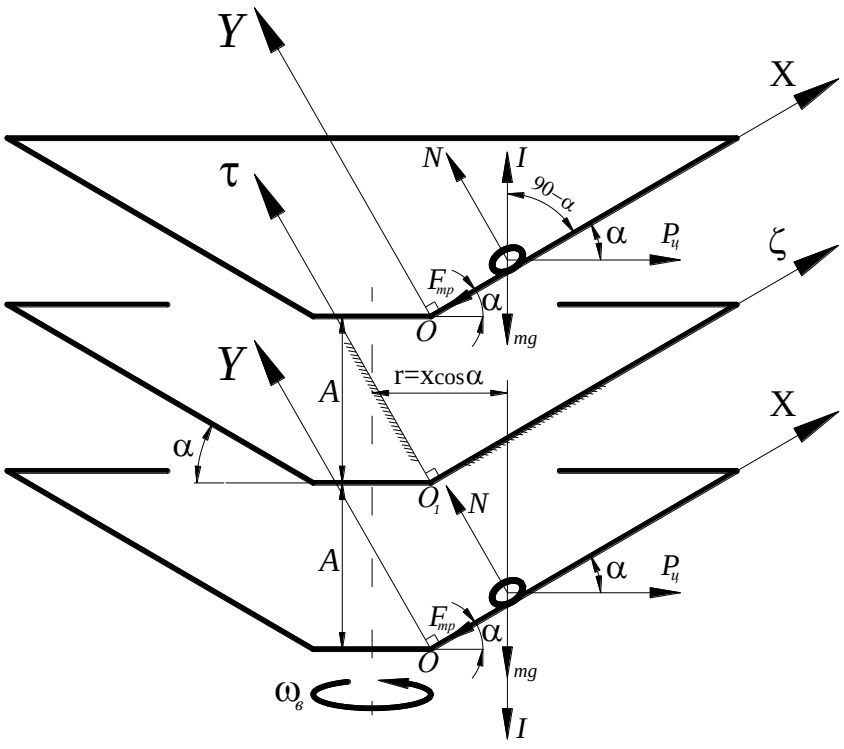


Рисунок 6 – Схема сил, воздействующих на идеализированный слой продукта (частицу) [6]

В соответствии со схемой, рабочий орган осуществляет в системе $\xi O_1 \tau$ гармонические вертикальные колебания, из чего следует система уравнений:

$$\begin{aligned} \tilde{\xi} &= A \sin\omega_к t \cos\left(90^o - \alpha\right) = A \sin\omega_к t \sin\alpha \\ \tilde{\tau} &= A \sin\omega_к t \sin\left(90^o - \alpha\right) = A \sin\omega_к t \cos\alpha \end{aligned} . \quad (1)$$

Перемещение идеального слоя в проекциях на оси *XOY* представлены выражениями вида:

$$\begin{aligned} m\ddot{x} &= mA\omega_к^2 \sin\omega_к t \sin\alpha - mg \sin\alpha + F_{тр} + \vec{P}_ц cos\alpha \\ m\ddot{y} &= mA\omega_к^2 \sin\omega_к t \cos\alpha - mg \cos\alpha + N - \vec{P}_ц \sin\alpha \end{aligned} . \quad (2)$$

Центробежная сила определится из следующего уравнения:

$$\vec{P}_ц = m\omega_в^2 r = m\omega_в^2 x \cos\alpha , \quad (3)$$

где $\omega_в$ – частота вращения поверхности конического сита (рад/с); $r = x\cos\alpha$ – радиус сита, на котором находится частица (идеализированный слой) в момент перемещения под влиянием сложного движения сита. Это дистанция от центра вращения до центра массы идеализированного слоя (частицы).

Определим силу сухого трения во время скольжения слоя (частицы) по поверхности сита, она определится неравенствами из источника [10]:

$$F_{тр} = \begin{cases} -\mu N & при \ \dot{x} > 0 \\ +\mu N & при \ \dot{x} < 0 \end{cases} . \quad (4)$$

Нормальную реакцию найдём с помощью нижнего уравнения из (2), и из уравнения (3) учитывая величину $\vec{P}_ц$ при $m\ddot{y} = 0$ (момент времени, в котором

слой (частица) не перемещается вдоль оси Y, это момент времени, когда все силы уравновешенны). Следовательно:

$$N = m\omega_в^2 X\cos\alpha\sin\alpha + mg\cos\alpha - mA\omega_к^2 t\sin\omega_к t\cos\alpha\,. \qquad (5)$$

Когда $N > 0$, слой (частица) находится на ситовой поверхности, следовательно, неравенство, выраженное из уравнения (5) верно, в случае если его правая часть больше 0:

$$\sin\omega_к t < \frac{\omega_в^2 X\sin\alpha + g}{A\omega_к^2}\,. \qquad (6)$$

Уравнение для определения ускорения слоя (частицы) вдоль оси X будет выражено, если обе части верхнего уравнения из (2) разделить на массу слоя (частицы):

$$\begin{aligned}&\ddot{x} = A\omega_к^2\sin\omega_к t\ \sin\alpha - g\sin\alpha + \omega_в^2 X\cos^2\alpha - \\ &- \mu\omega_в^2 X\cos\alpha\sin\alpha - \mu g\cos\alpha + \mu A\omega_к^2\sin\omega_к t\cos\alpha.\end{aligned} \qquad (7)$$

Дифференциальное уравнение (7) запишем в ином виде:

$$\begin{aligned}&\ddot{x} + x\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha - \cos\alpha\right) + g\left(\sin\alpha + \mu\cos\alpha\right) - \\ &- A\omega_к^2\sin\omega_к t\left(\sin\alpha + \mu\cos\alpha\right) = 0.\end{aligned} \qquad (8)$$

Введём постоянные величины для сокращения аналитических записей в тексте согласно источнику [10], каждая величина получит своё выражение:

$$\begin{cases} Q = \omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha - \cos\alpha\right) \\ B = g\left(\sin\alpha + \mu\cos\alpha\right) \\ C = A\omega_к^2\left(\sin\alpha + \mu\cos\alpha\right) \end{cases}. \qquad (9)$$

Согласно с принятыми заменами на постоянные величины, уравнение (8) будет иметь следующий вид:

$$\ddot{x} + Qx = -B + C\sin\omega_к t. \quad (10)$$

Запишем характеристическое уравнение, необходимое нам для решения дифференциального уравнения (10) с учётом $x = f(t)$:

$$R^2 + Q = 0. \quad (11)$$

Решая уравнение (11), получим его корни: $R_{1.2} = \pm i\sqrt{Q}$.

По методике, приведённой в источнике [10], получим общее решение однородного уравнения, согласно уравнению (11):

$$x_{общ} = C_1 cos\sqrt{Q}t + C_2 \sin\sqrt{Q}t, \quad (12)$$

где C_1 и C_2 – произвольные постоянные, определяемые посредством использования начальных условий.

$$x_{част} = C_3 + C_4 \sin\omega_к t. \quad (13)$$

Продифференцируем выражение (13) и получаем изменение скорости для неоднородного уравнения в виде:

$$\dot{x}_{част} = C_4 cos\omega_к t, \quad (14)$$

где C_4 – произвольная постоянная.

Сделаем то же самое с уравнением (14) по dt и запишем его в виде:

$$\ddot{x}_{част} = -C_4\omega_к^2 \sin\omega_к t.$$

(15)

Необходимо подставить величину $x_{част}$ из (13) и величину $\ddot{x}_{част}$ из (15) в выражение (10) вместо величин $\ddot{x}$ и x, тогда можем получить и записать уравнение в следующей форме:

$$-C_4\omega_к^2 \sin\omega_к t + QC_3 + QC_4 \sin\omega_к t = -B + C\sin\omega_к t. \quad (16)$$

Запишем систему уравнений, чтобы найти частное решение следующей системы выражений:

$$\begin{cases} QC_3 = -B \Rightarrow C_3 = -\dfrac{B}{Q} \\ -C_4\omega_к^2 \sin\omega_к t + QC_4 \sin\omega_к t = C\sin\omega_к t \Rightarrow C_4 = \dfrac{C}{Q-\omega_к^2} \end{cases}. \quad (17)$$

Следовательно, выражение (13) можно записать в виде:

$$-\frac{B}{Q} + \frac{C}{Q-\omega_к^2}\sin\omega_к t. \quad (18)$$

Выражению (10) необходимо абсолютно полное решение, оно включает в себя общее решение уравнения (12) и частное решения уравнения (13), значит уравнение определяющее закон для изменения координаты слоя (частицы) будет иметь форму записи, представленную как:

$$x = x_{общ} + x_{част} = C_1 \sin\left(\sqrt{Q}t\right) + C_2 \cos\left(\sqrt{Q}t\right) - \frac{B}{Q} + \frac{C}{Q-\omega_к^2}\sin\omega_к t. \quad (19)$$

Продифференцируем (19) по *t* (времени) и будем иметь закон изменения скорости слоя (частицы) выраженный видом

$$\dot{x} = \sqrt{Q}C_1 cos\left(\sqrt{Q}t\right) - \sqrt{Q}C_2\, sin\left(\sqrt{Q}t\right) + \frac{C\omega_к cos\left(\omega_к t\right)}{Q - \omega_к^2}. \tag{20}$$

Продифференцируем (20) по *t* (времени) и будем иметь закон, выраженный дифференциальным уравнением движения слоя (частицы):

$$\ddot{x} = -QC_1\, sin\left(\sqrt{Q}t\right) - QC_2 cos\left(\sqrt{Q}t\right) - \frac{C\omega_к^2}{Q - \omega_к^2}\, sin\left(\omega_к t\right). \tag{21}$$

Подставим *x* из уравнения (19) и $\ddot{x}$ из уравнения (21) в левую часть выражения (10) что будет являться проверкой правильности решения:

$$\begin{aligned} \ddot{x} + Qx = &-QC_1\, sin\left(\sqrt{Q}t\right) - QC_2 cos\left(\sqrt{Q}t\right) - \frac{C\omega_к^2}{Q - \omega_к^2}\, sin\left(\omega_к t\right) + QC_1\, sin\left(\sqrt{Q}t\right) + \\ &+ QC_2 cos\left(\sqrt{Q}t\right) - B + \frac{QC}{Q - \omega_к^2}\, sin\left(\omega_к t\right) = -B + C\, sin\left(\omega_к t\right). \end{aligned} \tag{22}$$

Конец уравнения (22) равен правой части уравнения (10), что подтверждает верное решение дифференциального уравнения (10) и позволяет нам продолжить математические преобразования.

Для определения значений C_1 и C_2 зададимся начальными условиями. Условие загрузки слоя на сито $x_0 \neq 0$ – это объясняется загрузкой в точку с радиусом конического сита $\vec{r_0} = x_0 cos\alpha$.

Так как в момент начала движения слоя (частицы) $x = x_0$ при $t = 0$, то преобразовывая выражение (19), получим выражение для x_0:

$$x_0 = C_2 - \frac{B}{Q}, \;\Rightarrow\; C_2 = \frac{B}{Q} + x_0 = \frac{B}{Q} + \frac{r_0}{cos\,\alpha}. \tag{23}$$

Начальная скорость слоя (частицы) вдоль оси X: $\dot{x}_0 = 0$ в момент $t=0$ (момент времени появления слоя (частицы) на ситовой поверхности). Следовательно, $\dot{x} = \dot{x}_0 = 0$ при $t = 0$ подставляем в выражение (20), после чего оно будет иметь следующую запись:

$$\sqrt{Q}C_1 + \frac{C\omega_к}{Q-\omega_к^2} = 0 \;\Rightarrow\; C_1 = -\frac{C\omega_к}{\sqrt{Q}\left(Q-\omega_к^2\right)}. \tag{24}$$

Постоянные величины Q, B, C использовались нами для сокращения выражений, с учётом значений C_1, C_2, из (22, 23) выражение (19) для определения координаты будет иметь форму уравнения (25).

Учитывая уравнение (9) и значения C_1 и C_2 из (23, 24), выражение (20) для изменения скорости будет иметь вид уравнения (26).

Дифференциальное уравнение движения создадим таким же образом, подставляя постоянные Q, B, C из уравнения (9) в уравнение (21) с учётом величин C_1, C_2 из выражений (23) и (24) в уравнение (21), в результате чего получаем уравнение (27).

$$\begin{aligned} x = &-\frac{A\omega_к^3\left(\sin\alpha+\mu\cos\alpha\right)\sin\left[\sqrt{\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)}\cdot t\right]}{\sqrt{\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)}\left[\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)-\omega_к^2\right]}+ \\ &+\left[\frac{g\left(\sin\alpha+\mu\cos\alpha\right)}{\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)}+x_0\right]\cdot\cos\left[\sqrt{\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)}\cdot t\right]- \\ &-\frac{g\left(\sin\alpha+\mu\cos\alpha\right)}{\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)}+\frac{A\omega_к^2\left(\sin\alpha+\mu\cos\alpha\right)\sin\omega_к t}{\omega_в^2\cos\alpha\left(\mu\sin\alpha-\cos\alpha\right)-\omega_к^2}. \end{aligned} \tag{25}$$

Результат завершённых аналитических исследований заключён в выражениях (25), (26) и (27), они определяют воздействие абсолютного большинства величин (всех кинематических параметров) на процесс сложного

вибрационного и центробежного перемещения слоя (частицы) сыпучего пищевого материала.

$$\begin{aligned}\dot{x} &= -\frac{C\omega_к}{Q-\omega_к^2}cos\left(\sqrt{Q}t\right)-\sqrt{Q}\left(\frac{B}{Q}+x_0\right)sin\left(\sqrt{Q}t\right)+\frac{C\omega_к cos\left(\omega_к t\right)}{Q-\omega_к^2}= \\ &= -\frac{A\omega_к^3\left(sin\alpha+\mu cos\alpha\right)cos\left[\sqrt{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}\cdot t\right]}{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)-\omega_к^2}- \\ &-\sqrt{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}\cdot\left[\frac{g\left(sin\alpha+\mu cos\alpha\right)}{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}+x_0\right]\cdot \\ &\cdot sin\left[\sqrt{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}\cdot t\right]+\frac{A\omega_к^3\left(sin\alpha+\mu cos\alpha\right)cos\left(\omega_к t\right)}{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)-\omega_к^2}.\end{aligned} \tag{26}$$

$$\begin{aligned}\ddot{x} &= -\frac{C\omega_к}{Q-\omega_к^2}sin\left(\sqrt{Q}t\right)-Q\left(\frac{B}{Q}+x_0\right)cos\left(\sqrt{Q}t\right)-\frac{C\omega_к^2}{Q-\omega_к^2}sin\left(\omega_к t\right)= \\ &= \frac{\sqrt{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}\cdot A\omega_к^3\left(sin\alpha+\mu cos\alpha\right)sin\left[\sqrt{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}\cdot t\right]}{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)-\omega_к^2}- \\ &-\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)\cdot\left[\frac{g\left(sin\alpha+\mu cos\alpha\right)}{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}+x_0\right]\cdot \\ &\cdot cos\left[\sqrt{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)}\cdot t\right]-\frac{A\omega_к^4\left(sin\alpha+\mu cos\alpha\right)sin\left(\omega_к t\right)}{\omega_в^2 cos\alpha\left(\mu sin\alpha-cos\alpha\right)-\omega_к^2}.\end{aligned} \tag{27}$$

Выводы. В работе аналитически установлена и научно обоснована вероятность существования процесса размерной классификации сыпучего пищевого материала на сите, выполненном в виде конуса (с малой конусностью) при сложном вертикально колеблющемся и вращательном движении сита и проведены первичные практические эксперименты.

В дальнейшем необходима детальная экспериментальная проверка рассмотренного аналитически процесса размерной классификации сыпучих пищевых материалов. Экспериментальное определение кинематических параметров и факторов на них влияющих от сложного движения рабочего органа. Практические эксперименты безусловно, приведут к эмпирической коррекции полученных аналитически выражений.

Список использованной литературы:

1. *Богомолов А.В.* Научное обоснование энергосберегающих процессов и оборудования для сепарации пищевого сыпучего сырья: дис. ... д-ра техн. наук: 05.18.12 / А.В. Богомолов: Харьковский национальный технический ун-т сельского хозяйства им. Петра Василенко. Харьков, 2006. 412 с.
2. *Кристаль М.Г., Широкий А.В., Тегачев Е.В., Филимонов В.В.* Метод повышения производительности вибрационных бункерных загрузочных устройств // Сборка в машиностроении, приборостроении. 2002. № 4. С. 16-19.
3. *Кристаль М.Г., Широкий А.В.* Высокопроизводительное вибрационное загрузочное устройство с пневмовихревым роторным ориентатором // Комплексная автоматизация производства на базе роторных и роторно-конвейерных линий (к 90-летию со дня рождения академика АН СССР Л. Н. Кошкина): сб. науч. трудов под ред. В.В. Прейса. Тула. 2002. С. 63-67.
4. *Тищенко Л.Н., Пивень М.В., Харченко С.А., Бредихин В.В.* Исследование закономерностей вибровязкости зерновых смесей при сепарировании цилиндрическими виброцентробежными решетами // Сучасні напрямки технології та механізації процесів переробних і харчових виробництв: Зб. наук. пр. Вип. 88. Харків: ХНТУСГ ім. Петра Василенка. 2009. С. 34-43.
5. *Лавендел Э.Э.* Вибрации в технике: справочник: в 6 т. Т. 4. Вибрационные процессы и машины. М.: Машиностроение, 1981. 509 с.
6. *Фалько А.Л.* Виброцентробежная сепарация на конических ситах с малым углом конусности // Сборник науч. трудов Sworld. Вып. 1. Том 3. Иваново: Маркова А.Д., 2014 С. 76-85.
7. Патент Украины № 86034. Виброконвейер со ступенчатым рабочим органом / В.П. Шамота, Ю.В. Тимохин, А.Л. Фалько. 2013. Бюл. № 23.
8. *Alkhaldi H., Eberhard P.* Computation of Screening Phenomena in a Vertical Tumbling Cylinder. Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics (PAMM). Berlin, Germany. 2006. P. 83-84. DOI: 10.1002/pamm.200610022.
9. *Alkhaldi H., Eberhard P.* Particle screening phenomena in an oblique multi-level tumbling reservoir: A numerical study using discrete element simulation. Granular Matter. 2007. Vol. 9. P. 415-429. DOI: 10.1007/s10035-007-0042-6.
10. *Натансон И.П.* Краткий курс высшей математики. Л.: Физматгиз. 1963. 748 с.

References:

1. Bogomolov A.V. *Nauchnoye obosnovaniye energosberegayushchikh protsessov i oborudovaniya dlya separatsii pishchevogo sypuchego syr'ya. Diss ... d-ra tekhn. nauk* [Scientific justification of energy-saving processes and equipment for separation of food bulk materials. Dr. sci. diss.]. Kharkov, 2006, 412 p. (In Russian).
2. Kristal' M.G., Shirokiy A.V., Tegachev Ye.V., Filimonov V.V. Metod povysheniya proizvoditel'nosti vibratsionnykh bunkernykh zagruzochnykh ustroystv [Method of increasing the productivity of vibrating hopper loading devices]. *Sborka v mashinostroyenii, priborostroyenii* [Assembly in mechanical engineering, instrument making], 2002, no. 4, pp. 16-19. (In Russian).
3. Kristal' M.G., Shirokiy A.V., Preys V.V. (ed.) Vysokoproizvoditel'noye vibratsionnoye zagruzochnoye ustroystvo s pnevmovikhrevym rotornym oriyentatorom [High-performance vibrating loading device with pneumatic rotary orientator]. *Sbornik nauchnyh trudov «Kompleksnaya avtomatizatsiya proizvodstva na baze rotornykh i rotorno-konveyyernykh liniy (k 90-letiyu so dnya rozhdeniya akademika AN SSSR L.N. Koshkina)»* [Collection of scientific works “Complex automation of production on the basis of rotary and rotary conveyor lines (to the 90th anniversary of the birth of Academician of the USSR Academy of Sciences L.N. Koshkin)”]. Tula, 2002, pp. 63-67. (In Russian).

4. Tishchenko L.N., Piven' M.V., Kharchenko S.A., Bredikhin V.V. Issledovaniye zakonomernostey vibrovyazkosti zernovikh smesey pri separirovanii tsilindricheskimi vibrotsentrobezhnymi reshetami [Investigation of the regularities of the vibro-viscosity of grain mixtures when separating with cylindrical vibro-centric sieves]. *Zbirnik naukovih prac' «Suchasní napryamki tekhnologíÏ ta mekhanízatsíÏ protsesív pererobnikh í kharchovikh virobnitstv»* [Collection of scientific works "Modern directions of technology and mechanization of processes of processing and food production"] Kharkív, KHNTUSG im. Petra Vasilenka Publ., 2009, iss. 88, pp. 34-43. (In Russian).
5. Lavendel E.E. *Vibratsii v tekhnike. T. 4. Vibratsionnyye protsessy i mashiny*. [Vibrations in engineering. Vol. 4. Vibration processes and machines]. Moscow, Mashinostroyeniye Publ., 1981, 509 p. (In Russian).
6. Fal'ko A.L. Vibrotsentrobezhnaya separatsiya na konicheskikh sitakh s malym uglom konusnosti [Vibration-centric separation on conical sieves with a small taper angle]. *Sbornik nauchnyh trudov Sworld* [Collection of scientific papers Sworld]. Ivanovo, Markova A.D. Publ., 2014, iss. 1, vol. 3, pp. 76-85. (In Russian).
7. Shamota V.P., Timokhin Yu.V., Fal'ko A.L. Vibrokonveyyer so stupenchatym rabochim organom [Vibroconveyor with step working body]. Patent Ukraine no. 86034, 2013. (In Russian).
8. Alkhaldi H., Eberhard P. Computation of Screening Phenomena in a Vertical Tumbling Cylinder. *Proceedings in Applied Mathematics and Mechanics (PAMM)*. Berlin, Germany, 2006, pp. 83-84. (In English). DOI: 10.1002/pamm.200610022.
9. Alkhaldi H., Eberhard P. Particle screening phenomena in an oblique multi-level tumbling reservoir: A numerical study using discrete element simulation. *Granular Matter*, 2007, vol. 9, pp. 415-429. (In English). DOI: 10.1007/s10035-007-0042-6.
10. Natanson I.P. *Kratkiy kurs vysshey matematiki* [Short course of higher mathematics]. Leningrad, Fizmatgiz Publ., 1963, 748 p. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Фалько Александр Леонидович	д-р техн. наук, профессор кафедры машин и аппаратов пищевых производств Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82. 298324, Республика Крым, г. Керчь, ул. Ульяновых 3а, кв. 80 falkoas@rambler.ru
Falko Alexander Leonidovich	Dr. Sci. (Engin.), Professor of the Department of machines and apparatuses of food production Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82. 298324, Republic of Crimea, Kerch, Ulyanov str. 3a, apt. 80. falkoas@rambler.ru
Пакулина Дарья Петровна	магистрант 2-го курса направления подготовки «Технологические машины и оборудование» Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82. 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Курортная, д. 2, ком. 502. dariapakysha@gmail.com
Pakulina Daria Petrovna	2nd year master's student of the direction of training "Technological machines and equipment" Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 298309, Republic of Crimea, Kerch, Kurortnaya str., 2, room 502

dariapakysha@gmail.com

Клиндухов Егор Александрович
магистрант 2-го курса направления подготовки «Технологические машины и оборудование»
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82.
298306, Республика Крым, г. Керчь, ул. Московская, д. 5.
Klindukhov2018@mail.ru

Klinduhov Egor Aleksandrovich
2nd year master's student of the direction of training “Technological machines and equipment”
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
298306, Republic of Crimea, Kerch, Moskovskaya str., 5
Klindukhov2018@mail.ru

УДК 331.526 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_195**

Брагина Д.С., Плотников А.В.

ВЛИЯНИЕ ПАНДЕМИИ COVID-19 НА САМОЗАНЯТОСТЬ (ПИЛОТНОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ)

Аннотация. В статье представлены результаты пилотного опроса самозанятых, определены основные достоинства и недостатки данной формы занятости, показано влияние пандемии на фрилансеров из разных сфер, обозначены перспективы развития удаленной работы в России. Данные для проведения исследования были собраны с помощью опроса, который был размещен в Google Forms. Респонденты (N = 111) для прохождения опроса привлекались в сообществах ВКонтакте и telegram-чатах, связанных с самозанятостью (фрилансом). Респонденты по своему желанию и анонимно ответили на вопросы, представленные в опросе. В качестве основного метода анализа анкет выступил факторный анализ на основе ответов респондентов. В качестве метода выделения факторов выступил метод главных компонент, а в качестве метода вращения – Варимакс с нормализацией Кайзера. В результате проведенного исследования определено, что в период с марта по декабрь 2020 года произошел рост спроса на услуги фрилансеров, закономерно вырос и доход с объемом времени, уделяемого выполняемым заказам. Выделены преимущества фриланса, объединенные в две большие группы, первая из которых условно обозначена как «Свобода», а вторая – «Доходность».
Ключевые слова: самозанятость (фриланс), самозанятый (фрилансер), факторный анализ, метод главных компонент, метод вращения.

Bragina D.S., Plotnikov A.V.

COVID-19 PANDEMIC IMPACTS SELF-EMPLOYMENT (PILOT RESEARCH)

Abstract. The article presents the results of a pilot survey of the self-employed, identifies the main advantages and disadvantages of this form of employment, shows the impact of the pandemic on freelancers from different fields, and outlines the prospects for the development of remote work in Russia. The data for the study was collected using a survey that was posted on Google Forms. Respondents (N = 111) were attracted to the survey in VKontakte communities and telegram chats related to self-employment (freelancing). The respondents voluntarily and anonymously answered the questions presented in the survey. The main method of questionnaire analysis was factor analysis based on the respondents ' responses. The principal component method was used as a method of factor selection, and the Varimax method with Kaiser normalization was used as a rotation method. As a result of the study, it was determined that in the period from March to December 2020, there was an increase in demand for the services of freelancers, and revenue naturally increased with the amount of time devoted to completed orders. The advantages of freelancing are identified, combined into two large groups, the first of which is conventionally designated as “Freedom”, and the second – “Profitability”.
Keywords: self-employment (freelance), self-employed (freelancer), factor analysis, principal component analysis, rotation method.

Введение. Пандемия COVID-19 значительно повлияла не только на жизнь, но и на трудовую деятельность населения. Удаленная работа стала необходимостью, и фриланс, как форма трудовой деятельности, имеющая

большой потенциал к самостоятельной и эффективной деятельности, приобрел особое значение.

Ю.А. Семенова в своем исследовании говорит о том, что доходы части фрилансеров во время пандемии снизились, вследствие уменьшения количества клиентов и их платежеспособности. При этом автор статьи считает сферу фриланса благоприятной для оказания услуг и заработка, так как есть некоторые виды услуг, актуальность которых в период коронавируса только возросла, например, услуги операторов call-центров, помощь в HR-трансформациях, услуги программистов и др. [1]. Пандемия ускорила развитие новых IT-систем, что позволяет экономить многим компаниям, расширять организацию, увеличивать доходы, используя дистанционную организацию работ и труд фрилансеров, спрос на который значительно вырос [2]. Количество вакансий, предполагающих удаленную форму занятости, выросло более чем на 70 %. При этом возросло и количество профессий, предполагающих внештатную работу. Многие работодатели отмечают как минимум одно достоинство такой формы занятости, но все же фриланс имеет и некоторые недостатки [3].

К.В. Вольф и И.В. Бархатов [4] в своей работе отмечают, что пандемия неоднозначно отразилась на рынке фриланса. Рынок услуг был сохранен, но стоимость услуг снизилась в силу субъективных факторов, способствующих выбору этого формата занятости. Таким образом, можно говорить о его оптимистичных перспективах развития.

М.Х. Дугужева говорит об объективных предпосылках снижения социальной защищенности работников и снижения их социальной эффективности, которые создаются гибкими формами занятости. Автор сообщает о необходимости управления удаленными вариантами трудоустройства [5]. В свою очередь, В.В. Ананишнев указывает на значительную экономическую эффективность удаленной работы, а также на повышение эффективности и производительности труда внештатных

сотрудников [6]. В исследовании А.Н. Цацулина [7] говорится о «Коронавирусной бережливости», которая связана с отложенным потребительским спросом. Это сказалось на доходах многих фрилансеров, приобретение услуг которых было отложено на некоторый срок. А.Р. Голубева указывает, что несмотря на то, что стабильность экономической ситуации зависит от эффективности экономической политики, последняя, в свою очередь, испытывает влияние и неэкономических факторов, например, таких как пандемия [8].

Кризис, вызванный пандемией, оказывает негативное влияние на рынок труда, но это влияние в какой-то степени может быть нивелировано ростом спроса на специальности, ставшие особенно актуальными в условиях COVID-19 [9].

И.М. Гурова называет дистанционную работу трендом, который до пандемии не имел такого широкого распространения. Процессы цифровизации и преимущества, которые были подмечены и работниками, и работодателями, повлияли на ускоренный рост объемов удаленной занятости [10].

Таким образом, можно сказать, что пандемия неоднозначно отразилась на рынке фриланс-услуг. Услуги некоторых специалистов стали менее востребованными, а услуги других, наоборот, стали особенно актуальными. Одновременно с этим, нельзя не отметить появление социально-экономического импульса для развития дистанционной занятости, популярность которой активно растет.

В основу исследования легли две явления: фриланс и COVID-19.

1. Фриланс – активно развивающаяся сфера, требующая изучения с целью выявления проблем, с которыми сталкиваются фрилансеры, и принятия мер по их устранению. Фриланс может влиять на решение ряда экономических и социальных проблем как на уровне компаний, так и на уровне государства.

2. Коронавирус – событие, которое значительно отразилось на трудовой деятельности граждан и внесло множество коррективов в работу компаний.

Удаленная работа стала необходимостью, а проблемы, существующие в сфере фриланса, стали еще более актуальны.

Цель исследования – выявить влияние пандемии COVID-19 на самозанятость в России.

Материалы и методы исследования. Данные для проведения исследования были собраны с помощью опроса, размещенного в Google Forms. Респонденты для прохождения опроса привлекались в сообществах ВКонтакте и telegram-чатах, связанных с фрилансом, то есть самозанятостью. Респонденты по своему желанию и анонимно ответили на вопросы, представленные в опросе.

В пилотном исследовании приняли участие 111 человек, являющихся фрилансерами в настоящем или в недавнем прошлом. На момент заполнения анкеты 88 % опрошенных являются фрилансерами (самозанятыми профессионалами, предлагающими собственные знания, компетенции в удаленном режиме (через Интернет)), 12 % – ранее имели опыт работы в таком режиме.

Расчеты производились в IBM SPSS Statistics v. 22.0.

В качестве методов исследования выступили корреляционный анализ, факторный анализ информации, полученной на основе ответов респондентов. В качестве метода выделения факторов выступил метод главных компонент, а в качестве метода вращения – Варимакс с нормализацией Кайзера. Такой анализ основывается на допущении, что переменные являются следствием других более глубинных, скрытых – латентных переменных [11]. Выявление этих переменных – главная задача анализа. В результате получается набор наиболее важных переменных, определяющих ответы на вопросы, включенные в анализ.

При использовании метода Варимакс вращения переменные (факторы) остаются независимыми, либо перпендикулярными друг другу, по этой причине баллы по одному фактору не коррелируют с баллами по другим факторам [12]. Такой метод значительно облегчает интерпретацию факторов,

минимизируя число переменных с высокими нагрузками на каждый фактор. [13]. Также Варимакс хорошо работает в совокупности с нормализацией Кайзера, которая выравнивает сообщества во время вращения [14].

Результаты исследования и их обсуждение. Исходя из ответов респондентов было выявлено топ-5 сфер, в которых заняты фрилансеры – это создание текстов (копирайтинг, рерайтинг, стихи, статьи) – 49 %, реклама, маркетинг, сбор и обработка данных – 28 %, образование, наука, помощь обучающимся – 14 %, реклама, дизайн – 14 %, языковые переводы – 11 % (рисунок 1). К сожалению, при составлении анкеты категория «реклама» попала в два варианта ответа: 1. направление маркетинг; 2. направление дизайн. Тем не менее данный аспект не влияет на качество остальных вопросов.

Рисунок 1 – Результаты ответа на вопрос «К какой сфере относится Ваша деятельность в качестве фрилансера?»

До половины (46 %) фрилансеров не имеют иного вида занятости и трудятся исключительно на фрилансе, чуть более трети (36 %) – работают

помимо фриланса: 20 % являются специалистами или менеджерами, 8 % – рабочими, 3 % – руководителями, 5 % – имеют собственный бизнес (рисунок 2).

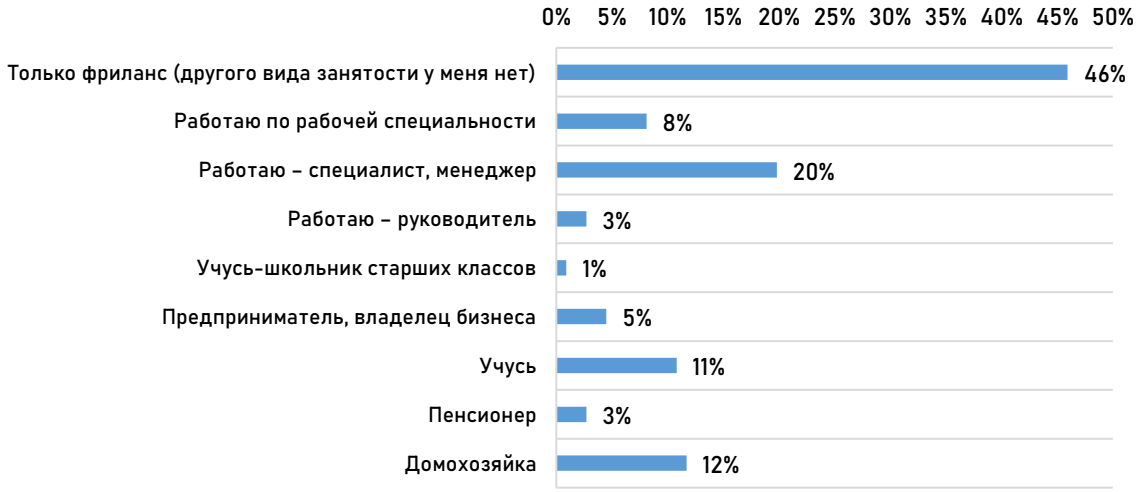


Рисунок 2 – Результаты ответа на вопрос «Укажите Ваш род занятий помимо фриланса»

Наиболее распространёнными мотивами работы фрилансером являются: стремление получения дополнительного дохода – 42 %, нежелание работать в организации – 21 %, потеря работы – 20 %, а также монетизация увлечения – 19 % (рисунок 4).

Рисунок 3 – Результаты ответа на вопрос «Почему Вы стали фрилансером?»

С целью определения латентных взаимосвязей между причинами, лежащими в основе выбора фриланса как формы работы, был проведен факторный анализ ответов на вопрос «Почему Вы стали фрилансером?».

Результаты факторного анализа представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – Полная объясненная дисперсия результатов ответа на вопрос «Почему Вы стали фрилансером?»

Компонента	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок вращения		
	итого	% дисперсии	кумулятивный %	итого	% дисперсии	кумулятивный %
1	1,426	17,831	17,831	1,378	17,228	17,228
2	1,393	17,417	35,248	1,304	16,297	33,525
3	1,197	14,964	50,211	1,258	15,722	49,247
4	1,009	12,618	62,829	1,087	13,582	62,829
5	0,863	10,792	73,621			
6	0,833	10,418	84,039			
7	0,714	8,924	92,963			
8	0,563	7,037	100,000			

Примечание: метод выделения – анализ главных компонент

Таблица 2 – Матрица повернутых компонент результатов ответа на вопрос «Почему Вы стали фрилансером?»

Варианты ответов	Компонента			
	Отсутствие возможности работать по найму	Успешное совмещение фриланса с хобби или учебой	Необходимость дополнительного дохода	Выход на пенсию
1. Потерял работу (уволили/уволился)	0,718			
2. Не было работы по специальности	0,640			
3. Начал совмещать с отпуском по уходу за ребенком	-0,607		0,515	
4. Начал совмещать с обучением		0,773		
5. Увлечение переросло в работу		0,711		
6. С целью дополнительного дохода			-0,808	
7. Не хотел работать в организации			0,548	
8. Вышел на пенсию				0,899
а. Вращение сошлось за 6 итераций.				

Примечание: метод выделения – анализ главных компонент, метод вращения – Варимакс с нормализацией Кайзера.

При проведении факторного анализа ответов на вопрос, посвященный причинам «фриланса», было выявлено 4 фактора. Иными словами, представленное в анкете разнообразие причин, которое было предложено восемью пунктами, может быть сокращено до четырех ключевых аспектов. Содержание каждого из четырех факторов можно трактовать как отдельную причину. Обнаруженные в ходе факторного анализа факторы можно обозначить следующим образом (рисунок 4).

Около половины (49 %) действующих фрилансеров планируют в дальнейшем работать исключительно на фрилансе, 41 % – планируют совмещать с иным видом занятости (с работой в какой-либо организации). Процент самозанятых, для кого фриланс лишь временная работа, которая в будущем уступит место официальному трудоустройству, минимален и составляет 6 % (рисунок 6). Вероятно, это свидетельствует о том, что подавляющее большинство фрилансеров в целом довольны режимом своей текущей работы.

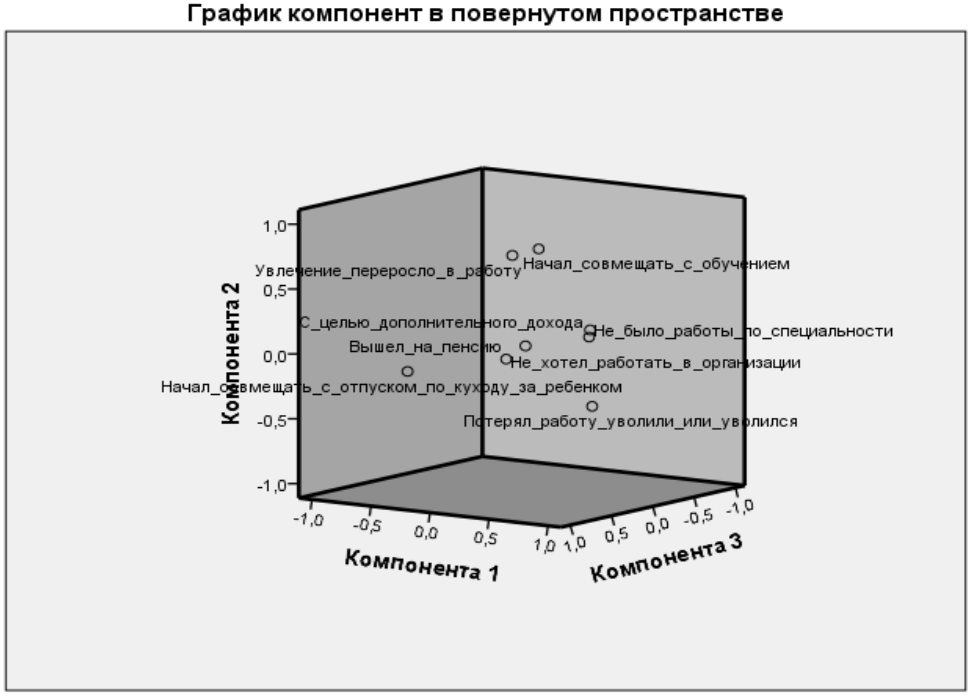


Рисунок 4 – График компонент в повернутом пространстве при обработке результатов ответа на вопрос «Почему Вы стали фрилансером?».

Что касается влияния COVID-19 на работу фрилансеров, 39 % респондентов отмечают негативное влияние вируса, в то время как более четверти (26 %) – позитивное. Около трети опрошенных не зафиксировали изменений в своей работе в связи со сложившейся обстановкой (рисунок 5).

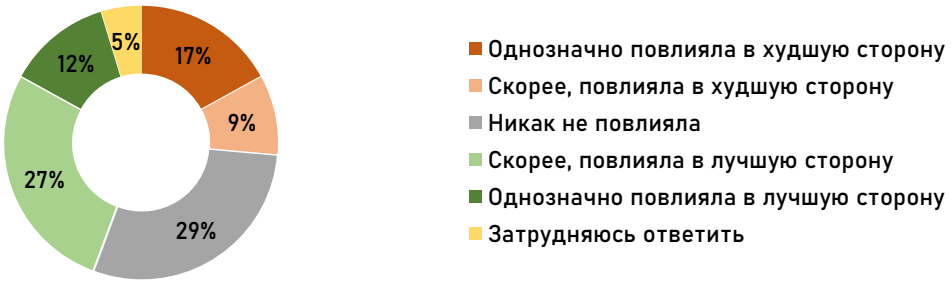


Рисунок 5 – Результаты ответа на вопрос «Как Вы считаете, повлияла ли каким-либо образом ситуация, связанная с COVID-19, на вашу работу в качестве фрилансера?»

Фрилансеры отмечают, что за последний год в их практике стали *реже* происходить личные встречи с заказчиками и партнерами (41 % опрощенных). Напротив, *чаще* за данный период стали использоваться фрилансерами текстовые сообщения (40 % – в соцсетях и мессенджерах, 15 % – через электронную почту), видеозвонки (33 %), аудио-звонки (30 %), аудиосообщения (24 %) (рисунок 6).

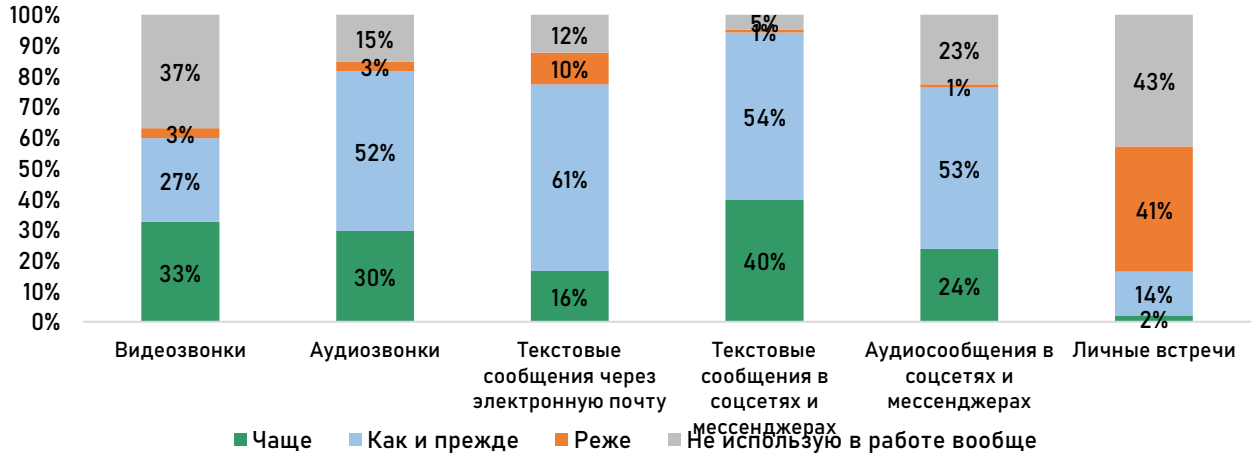


Рисунок 6 – Результаты ответа на вопрос «Оцените динамику использования Вами различных способов коммуникации с заказчиками и партнерами за последний год? Что из перечисленного в условиях ограничений Вы стали использовать чаще, что реже, а что используете, как и прежде?»

По оценке самих фрилансеров, их окружающие относятся к ним нейтрально (48 %) или позитивно (35 %). При этом около 12 % фрилансеров полагают, что окружающие относятся к ним негативно.

Ситуация с вирусом, по мнению большинства фрилансеров, либо никак не повлияла (43 %) на отношение окружающих людей к фрилансерам, либо повлияла позитивно (41 %). Каждый десятый респондент затрудняется оценить динамику данного отношения в связи с COVID-19.

Согласно собственным наблюдениям фрилансеров, за последний год в связи с COVID-19 выросло количество самозанятых в их населенном пункте – так считают две трети респондентов (67 %); считают, что COVID-19 не повлиял на количество фрилансеров 5 %; затруднились ответить на этот вопрос 25 %.

Мнения фрилансеров относительно динамики за последний год собственного дохода, объема времени, уделяемого заказам, а также спроса на фриланс-услуги, неоднозначны (рисунок 7).

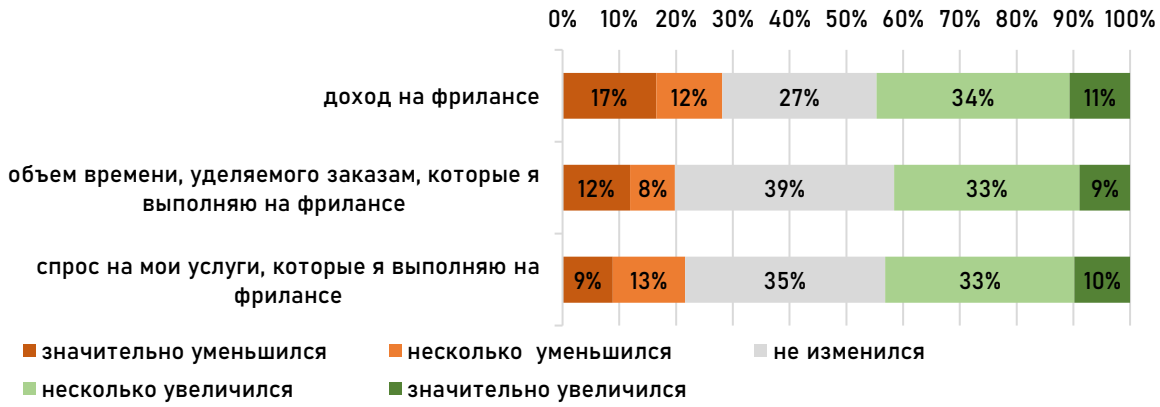


Рисунок 7 – Результаты ответа на вопрос «В период с марта по декабрь 2020 года…»

В целом наблюдается следующая закономерность: в период с марта по декабрь 2020 года у фрилансеров либо скорее увеличился, либо никак не изменился как доход, так и объем времени, уделяемого заказам, и спрос на фриланс-услуги.

О взаимозависимости данных показателей в их динамике свидетельствуют также результаты корреляционного анализа (таблица 3).

Таблица 3 – Корреляции между показателями, измеряемыми в вопросах 12-14 анкеты

Вопросы анкеты	Показатели	Вопрос 12. В период с марта по декабрь 2020 года мой доход на фрилансе...
Вопрос 13. В период с марта по декабрь 2020 года объем времени, уделяемого заказам, которые я выполняю на фрилансе...	Коэффициент корреляции	0,467*
	N	101
Вопрос 14. В период с марта по декабрь 2020 года спрос на мои услуги, которые я выполняю на фрилансе...	Коэффициент корреляции	0,629*
	N	102

*корреляция значима на уровне 0,01 (2-сторонняя)

У фрилансеров, для которых период с марта по декабрь 2020 года охарактеризовался ростом спроса на фриланс-услуги, закономерно вырос и доход (средняя положительная корреляция 0,63), и объем времени, уделяемого выполняемым заказам (средняя положительная корреляция 0,47).

Как минимум каждый второй фрилансер ценит избранный формат работы за следующие преимущества: отсутствие необходимости ездить в офис, свободный график, отсутствие привязанности к территории, возможность совмещать с другими видами деятельности, свобода выбора заказов и заказчиков (рисунок 8).

Рисунок 8 – «Какие плюсы Вы видите лично для себя в работе в фрилансера?»

Факторный анализ показывает, что все плюсы фриланса можно

объединить в две большие группы, первую из которых мы условно обозначили как «Свобода», а вторую – «Доходность» (таблицы 4 и 5).

Таблица 4 – Полная объясненная дисперсия результатов ответа на вопрос «Какие плюсы Вы видите лично для себя в работе в фрилансера?»

Компонента	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок вращения		
	итого	% дисперсии	кумулятивный %	итого	% дисперсии	кумулятивный %
1	3,572	39,687	39,687	2,445	27,162	27,162
2	1,088	12,085	51,773	2,215	24,610	51,773
3	0,912	10,130	61,903			
4	0,836	9,286	71,188			
5	0,674	7,494	78,682			
6	0,649	7,211	85,893			
7	0,517	5,747	91,640			
8	0,441	4,905	96,545			
9	0,311	3,455	100,000			

Примечание: метод выделения – анализ главных компонент

Таблица 5 – Матрица повернутых компонент результатов ответа на вопрос «Какие плюсы Вы видите лично для себя в работе в фрилансера?».

Варианты ответов	Компонента	
	«Свобода»	«Доходность»
1. Отсутствие необходимости ездить в офис	0,716	
2. Свободный график	0,697	
3.Возможность совмещать с другими видами деятельности	0,687	
4. Отсутствие дресс-кода	0,576	
5. Отсутствие привязанности к территории	0,550	0,403
6. Высокий доход		0,826
7. Нет «полотка» зарплаты		0,806
8. Свобода выбора заказов и заказчиков	0,416	0,570
9. Отсутствие начальников		0,480
а. Вращение сошлось за 3 итераций.		

Примечание: метод выделения – анализ главных компонент, метод вращения – Варимакс с нормализацией Кайзера.

Ключевые минусы работы в форме фриланса – это нестабильность дохода (61 %), отсутствие социальных гарантий (41 %), а также трудности

самоорганизации (35 %). Данные факторы отмечает по меньшей мере каждый третий из фрилансеров (рисунок 9).

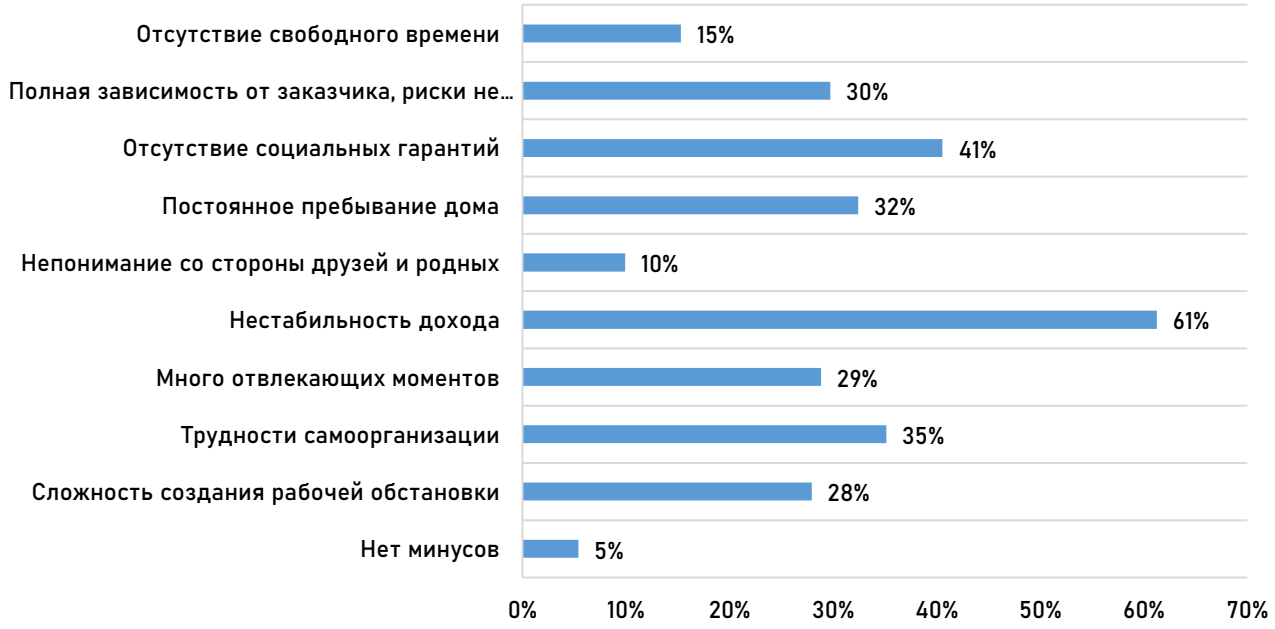


Рисунок 9 – Результаты ответа на вопрос «Какие минусы Вы видите лично для себя в работе в фрилансера?»

Факторный анализ показывает, что все минусы фриланса можно объединить в три большие группы, которые мы условно обозначили как «Самоорганизация», «Риски» и «Работа 24 на 7» (таблицы 6 и 7).

Таблица 6 – Полная объясненная дисперсия результатов «Какие минусы Вы видите лично для себя в работе в фрилансера?»

Компонента	Начальные собственные значения			Суммы квадратов нагрузок вращения		
	итого	% дисперсии	кумулятивный %	итого	% дисперсии	кумулятивный %
1	2,085	23,166	23,166	2,064	22,938	22,938
2	1,630	18,113	41,279	1,634	18,161	41,098
3	1,195	13,276	54,555	1,211	13,457	54,555
4	0,996	11,071	65,626			
5	0,930	10,338	75,964			
6	0,737	8,188	84,153			
7	0,580	6,443	90,596			
8	0,499	5,540	96,136			
9	0,348	3,864	100,000			

Таблица 7 – Матрица повернутых компонент результатов ответа на вопрос «Какие минусы Вы видите лично для себя в работе в фрилансера?»

Варианты ответов	Компонента		
	«Самоорганизация»	«Риски»	«Работа 24 на 7»
1. Много отвлекающих моментов	0,840		
2. Сложность создания рабочей обстановки	0,778		
3. Трудности самоорганизации	0,678		
4. Полная зависимость от заказчика, риски не получить оплату		0,800	
5. Нестабильность дохода		0,718	
6. Отсутствие социальных гарантий		0,653	
7. Непонимание со стороны друзей и родных			-0,681
8. Постоянное пребывание дома			0,644
9. Отсутствие свободного времени			0,400
a. Вращение сошлось за 4 итераций.			

Примечание: метод выделения – анализ главных компонент, метод вращения – Варимакс с нормализацией Кайзера.

Три четверти фрилансеров (75 %) в той или иной мере осведомлены о существовании льготного налогового режима «Налог на профессиональный доход». Уровень зарегистрированных в качестве самозанятых официально составляет 41 %. Ключевой причиной нежелания регистрироваться в качестве самозанятых является для фрилансеров отсутствие достаточно высокого и постоянного заработка (рисунок 10).

Рисунок 10 – Результаты ответа на вопрос «По каким причинам Вы не регистрируетесь в качестве самозанятого гражданина?»

Далее представим социально-демографические характеристики участников опроса.

Большая часть опрошенных фрилансеров – женщины (69 %), доля мужчин среди респондентов оказалась более, чем в 2 раза меньше (31 %).

Фриланс широко распространен среди молодежи, это подтверждают результаты, представленные на рисунке 11. 61 % опрошенных – молодые люди в возрасте до 35 лет, 25 % – люди от 35 до 44 лет. Далее проценты значительно снижаются: людей в возрасте от 45 до 54 лет – 8 % от числа всех респондентов, а тех, кто старше 55 – не более 7 %.

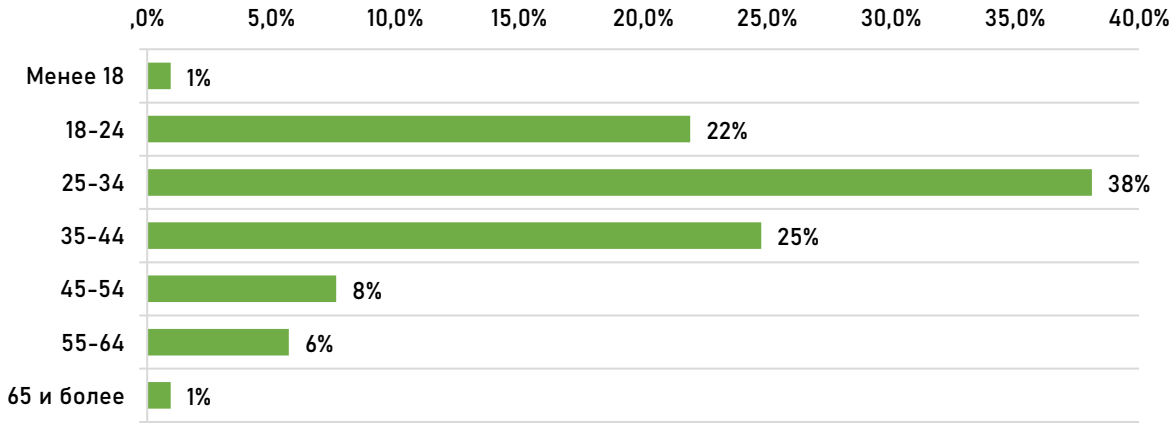


Рисунок 11 – Результаты ответа на вопрос «Возраст»

Вследствие невысокого возраста большая часть фрилансеров не имеет ни одного ребенка в возрасте до 16 лет (59 %). Проживает совместно с одним ребенком 14 % опрошенных, с двумя детьми – 17 %. Ни один респондент не имеет трех или более трех детей.

Для того чтобы заниматься фрилансом, не обязательно иметь высшее образование; несмотря на это, почти 70 % фрилансеров имеют его. 17 % опрошенных либо являются студентами, либо не закончили университет и имеют неполное высшее образование. Техникум или колледж окончили 10 % респондентов. Лишь 5 % фрилансеров только закончили школу, 3 % из них имеют среднее общее образование и 2 % закончили 9 классов (рисунок 12).

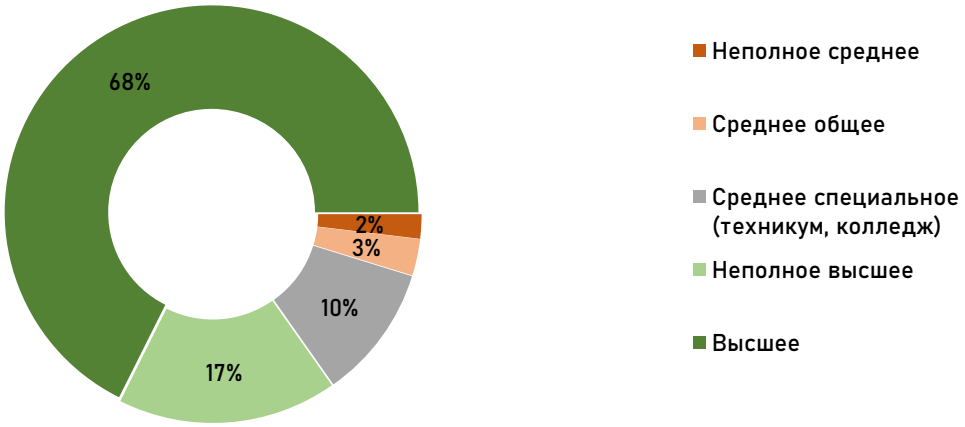


Рисунок 12 – Результаты ответа на вопрос «Образование»

Среднемесячный доход респондентов находится на разных уровнях: у 18% фрилансеров он составляет менее 20 тыс. рублей, 20-40 тыс. рублей имеют 30 %, 40-60 тыс. рублей имеют 17 % респондентов, более 60 тыс. рублей на одного человека имеют 27 % опрошенных; 8 % фрилансеров не указали размер ежемесячного дохода (рисунок 13).

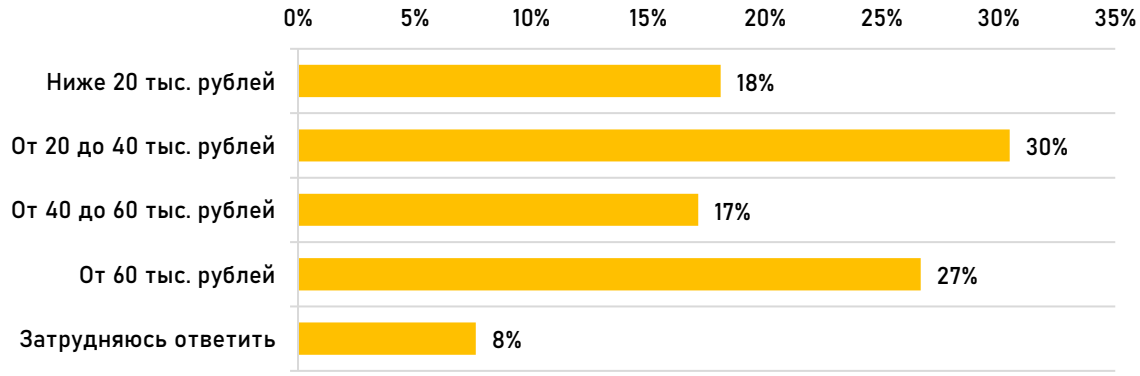


Рисунок 13 – Результаты ответа на вопрос «Среднемесячный доход на одного человека в семье»

В целом фрилансеры отмечают свое материальное положение достаточным для жизни: 8 % опрошенных имеет возможность ни в чем себе не отказывать («очень хорошее»), 42 % обладают достаточным количеством средств для закрытия своих нужд и нужд семьи («хорошее»), 34 %

респондентов оценивают свое материальное положение как «среднее», 12 % отмечают, что могут позволить себе только продукты питания («плохое») и 4 % респондентов не могут позволить себе даже пищу («очень плохое»).

Абсолютное большинство опрошенных (94 %) проживает в городских поселениях и лишь 6 % являются жителями сел и деревень.

Выводы. Фриланс – перспективное направление, которое может развиваться в самых разных сферах деятельности. Это не только переводы, написание текстов или работа в IT-сфере, в настоящий момент фрилансерами становятся самые разные специалисты – риэлторы, менеджеры, бухгалтеры и другие. Пандемия, по мнению опрошенных, в лучшую сторону изменила отношение населения к фрилансерам. Многие именно в этот период начали свою трудовую деятельность в новом качестве. Компании, как и отдельные сотрудники, увидели множество достоинств в удаленной работе. Но нестабильность дохода и отсутствие социальных гарантий являются значительными недостатками для многих специалистов. Именно невысокий уровень дохода является основанием для откладывания регистрации в качестве самозанятого. Три четверти фрилансеров (75 %) в той или иной мере осведомлены о существовании льготного налогового режима, но лишь 41 % опрошенных официально зарегистрировали себя и стали самозанятыми. Фриланс имеет и другие недостатки, с которыми государство в силах бороться. А значит вполне вероятно, что популярность фриланса с каждым годом будет только расти.

Изучение влияния пандемии на жизнь и трудовую деятельность фрилансеров по мнению самих фрилансеров позволило выявить основные проблемы, возникшие у специалистов, работающих вне штата компаний. Например, недостаточный уровень заработной платы, нестабильный доход, низкая осведомленность в области льготных налоговых режимов и т.д. В дальнейшем выявленные трудности можно использовать в качестве направлений деятельности по улучшению среды для удаленной работы, для

помощи самозанятым специалистам. Обозначенные проблемы актуальны не только во время COVID-19, они существовали еще задолго до нее. А пандемия, наоборот, во многом даже поспособствовала развитию карьеры фрилансеров. По этой причине актуальность и важность решения выявленных проблем только растут и требуют усиленного внимания.

Благодарности. Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект № 20-78-00100).

Список использованной литературы:

1. *Семенова Ю.А.* Особенность трудовых практик фрилансеров в период пандемии COVID-19 // Евразийский Союз Ученых. 2020. № 4-6 (73). С. 40-46.
2. *Костина И.А., Макаренко К.С., Матвеев В.В.* Особенности перехода на удаленную работу в связи с пандемией и её перспективы после снятия ограничительных мер // Здоровье – основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения. 2020. № 3. С. 1439-1443.
3. *Колесникова О.А., Стребков А.А.* Расширение практики применения дистанционной занятости: проблемы, решения, перспективы // Социально-трудовые исследования. 2020. № 4 (41). С. 57-67.
4. *Вольф К.В.* Фриланс как форма адаптации молодежи к рынку труда в условиях пандемии // Гуманитарные науки. Вестник Финансового университета. 2020. № 6. С. 93-96. DOI: 10.26794/2226-7867-2020-10-6-93-96.
5. *Дугужева М.Х.* Особенности трудовых отношений в период пандемии // Образование и право. 2020. № 4. С. 423-426. DOI: 10.24411/2076-1503-2020-00253.
6. *Ананишнев В.В.* Удаленная работа и эффективность бизнеса: факторы, тренды, влияние пандемии коронавируса // Московский экономический журнал. 2020. № 11. С. 355-363.
7. *Цацулин А.Н.* Цифровизация населения как детерминант виртуального и реального рынка труда в условиях пандемии // Научно-технические ведомости Санкт-Петербургского государственного политехнического университета. Экономические науки. 2020. № 4. С. 19-35.
8. *Голубева А.Р.* Зависимость экономической политики от влияния неэкономических факторов: вирус COVID-19 // E-Scio. 2020. № 4 (43). С. 116-123.
9. *Симченко Н.А., Троян И.А., Горячих М.В.* Развитие рынка труда в условиях внешних шоков // Теоретическая экономика. 2020. № 10 (70). С. 78-86.
10. *Гурова И.М.* Дистанционная работа как тренд времени: результаты массового опыта // МИР (Модернизация. Инновации. Развитие). 2020. № 2. С. 128-147.
11. Метод главных компонент (разведочный факторный анализ). URL: https://radar-research.ru/analyzing_data/principal_components_analysis/ (дата обращения: 10.03.2021).
12. Практическая работа 11. Факторный анализ. URL: http://cito-web.yspu.org/link1/metod/met154/node12.html (дата обращения: 10.03.2021).
13. Вращение факторов для факторного анализа. URL: https://www.ibm.com/docs/ru/spss-statistics/25.0.0?topic=SSLVMB_25.0.0/spss/base/idh_fact_rot.html (дата обращения: 10.03.2021).
14. Методы ротации факторов (варимакс, облимин и т. д.) - что означают имена и что делают методы? URL: https://qastack.ru/stats/185216/factor-rotation-methods-varimax-oblimin-etc-what-do-the-names-mean-and-wh (дата обращения: 10.03.2021).

References:

1. Semenova YU.A. Osobennost' trudovyhpraktikfrilanserov v period pandemii COVID-19 [The peculiarity of the labor practices of freelancers during the COVID-19 pandemic]. *Evrazijskij Soyuz Uchenyh* [Eurasian Union of Scientists], 2020, no. 4-6 (73), pp. 40-46. (In Russian).
2. Kostina I.A., Makarenko K.S., Matveev V.V. Osobennosti perekhoda na udalennuyurabotu v svyazi s pandemiej i eyo perspektivy posle snyatiya ogranichitel'nyh mer [Features of the transition to remote work in connection with the pandemic and its prospects after the removal of restrictive measures]. *Zdorov'e – osnova chelovecheskogo potenciala: problem i puti ih resheniya* [Health is the basis of human potential: problems and ways to solve them], 2020, no. 3, pp. 1439-1443. (In Russian).
3. Kolesnikova O.A., Strebkov A.A. Rasshirenie praktiki primeneniya distancionnoj zanyatosti: problemy, resheniya, perspektivy [Expanding the practice of using distance employment: problems, solutions, prospects]. *Social'no-trudovye issledovaniya* [Social and labor research], 2020, no. 4 (41), pp. 57-67. (In Russian).
4. Vol'f K.V. Frilans kak forma adaptacii molodezhi k rynku truda v usloviyah pandemii [Freelance as a form of youth adaptation to the labor market in a pandemic]. *Gumanitarnye nauki. Vestnik Finansovogo universiteta* [Humanities. Financial University Bulletin], 2020, no. 6, pp. 93-96. (In Russian). DOI: 10.26794/2226-7867-2020-10-6-93-96.
5. Duguzheva M.H. Osobennosti trudovyh otnoshenij v period pandemii [Features of labor relations during a pandemic]. *Obrazovanie i pravo* [Education and Law], 2020, no. 4, pp. 423-426. (In Russian). DOI: 10.24411/2076-1503-2020-00253.
6. Ananishnev V.V. Udalennaya rabota i effektivnost' biznesa: faktory, trendy, vliyanie pandemii koronavirusa [Remote work and business efficiency: factors, trends, the impact of the coronavirus pandemic]. *Moskovskij ekonomicheskij zhurnal* [Moscow Economic Journal], 2020, no. 11, pp. 355-363. (In Russian).
7. Caculin A.N. Cifrovizaciya naseleniya kak determinant virtual'nogo i real'nogo rynka truda v usloviyah pandemii [Digitalization of the population as a determinant of the virtual and real labor market in a pandemic]. *Nauchno-tekhnicheskie vedomosti Sankt-Peterburgskogo gosudarstvennogo politekhnicheskogo universiteta. Ekonomicheskie nauki* [Scientific and technical bulletin of the St. Petersburg State Polytechnic University. Economic sciences], 2020, no. 4, pp. 19-35. (In Russian).
8. Golubeva A.R. Zavisimost' ekonomicheskoj politiki ot vliyaniya neekonomicheskih faktorov: virus COVID-19 [The dependence of economic policy on the influence of non-economic factors: the COVID-19 virus]. *E-Scio* [E-Scio], 2020, no. 4 (43), pp.116-123. (In Russian).
9. Simchenko N.A., Troyan I.A., Goryachih M.V. Razvitie rynka truda v usloviyah vneshnih shokov [Labor market development under external shocks]. *Teoreticheskaya ekonomika* [Theoretical economics] 2020, no. 10 (70), pp. 78-86. (In Russian).
10. Gurova I. M. Distancionnaya rabota kak trend vremeni: rezul'taty massovogo opyta [Remote work as a trend of time: the results of mass experience]. *MIR (Modernizaciya. Innovacii. Razvitie)* [WID (Modernization. Innovation. Development)], 2020, no. 2, pp. 128-147. (In Russian).
11. *Metod glavnykh komponent (razvedochnyy faktornyy analiz)* [Principal component analysis (exploratory factor analysis)]. (In Russian). Available at: https://radar-research.ru/analyzing_data/principal_components_analysis/ (accessed 10.03.2021).
12. *Prakticheskaya rabota 11. Faktornyy analiz* [Practical work 11. Factor analysis]. (In Russian). Available at: http://cito-web.yspu.org/link1/metod/met154/node12.html (accessed 10.03.2021).
13. *Vrashcheniye faktorov dlya faktornogo analiza* [Rotating Factors for Factor Analysis]. (In Russian). Available at: https://www.ibm.com/docs/ru/spss-statistics/25.0.0?topic=SSLVMB_25.0.0/spss/base/idh_fact_rot.html (accessed 10.03.2021).
14. *Metody rotatsii faktorov (varimaks, oblimin i t. d.) – chto oznachayut imena i chto delayut metody?* [Factor rotation methods (varimax, obimin, etc.) – what do the names mean and what do the methods do?]. (In Russian). Available at: https://qastack.ru/stats/185216/factor-rotation-methods-varimax-oblimin-etc-what-do-the-names-mean-and-wh (accessed 10.03.2021).

Сведения об авторах/ Information about authors

Брагина
Дарья Сергеевна
студент Гуманитарного факультета
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, 29

Bragina
Daria Sergeevna
student of Humanitarian Faculty
Perm National Research Polytechnic University
Russia, 614990, Perm, 29, Komsomolsky Av.

Плотников
Андрей Викторович
канд. экон. наук, доцент кафедры менеджмента и маркетинга
Пермский национальный исследовательский политехнический университет
614990, Пермский край, г. Пермь, Комсомольский проспект, д. 29
plotnikov-av@mail.ru

Plotnikov
Andrey Victorovich
Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Management and Marketing Department
Perm National Research Polytechnic University
Russia, 614990, Perm, 29, Komsomolsky Av.

УДК 334.01 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_215**

Брусникин К.Н., Пискун Е.И.

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬСКИХ СТРУКТУР В СИСТЕМЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИНДУСТРИАЛЬНЫХ ПАРКОВ: ТЕОРЕТИКО-МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ

Аннотация. Система управления развитием предпринимательских структур должна формироваться с учетом научных исследований и базироваться на подходах, принципах, методах и приемах в исследуемой области, что требует дальнейшего совершенствования методологии. Функционирование предпринимательских структур в системе индустриальных парков является малоизученным явлением по причине их незначительного опыта деятельности в Российской Федерации. Целью исследования является разработка концептуальной схемы изучения деятельности предпринимательских структур в системе индустриальных парков, которая будет способствовать развитию теории и практики данной проблематики на основе изучения теоретико-методологического базиса. В статье проведен критический анализ трактовок следующих терминов: «предпринимательская деятельность», «предпринимательские структуры», «развитие», «устойчивое развитие», «управление развитием»; выделены доминирующие подходы к управлению развитием: системный; ситуационный; ресурсный; структурный; функциональный; матричный; рейтинговый; разработана концептуальная изучения деятельности предпринимательских структур в системе индустриальных парков, состоящая из основных блоков: концепции и теоретический базис, информационная база, методы, типы управленческих решений. Реализация предложенной концепции позволит формировать два типа управленческих решений по развитию как предпринимательских структур – потенциальных резидентов индустриальных парков, так и действующих резидентов. Это вносит не только определенный вклад в развитие теории предпринимательства, но и позволяет предпринимательским структурам выйти на новый, более качественный уровень.

Ключевые слова: предпринимательская деятельность, предпринимательские структуры, устойчивое развитие, управление развитием, индустриальный парк, методология, концепция.

Brusnikin K.N., Piskun E.I.

SUSTAINABLE DEVELOPMENT BUSINESS STRUCTURES IN THE SYSTEM OF FUNCTIONING OF INDUSTRIAL PARKS: THEORETICAL AND METHODOLOGICAL ASPECTS

Abstract. The management system for the development of entrepreneurial structures should be formed taking into account scientific research and be based on approaches, principles, methods and techniques in the research area, which requires further improvement of the methodology. Functioning of business structures in the system of industrial parks is a little-studied phenomenon due to their limited experience in the Russia. The aim of this research is to develop a conceptual scheme for studying the activities of entrepreneurial structures in the system of industrial parks, which will contribute to the development of the theory and practice of this issue based on the study of the theoretical and methodological basis. The paper dealing with a critical analysis of the interpretation of the following terms: entrepreneurial activity, business structures, development, sustainable development, development management. It is stressed that the dominant approaches for the development management are: systemic; situational; resource; structural; functional; matrix; rating. The concept for studying the activities of entrepreneurial structures has been developed in

the system of industrial parks, which consist of the main blocks: theoretical framework concepts, data base, methods, types of managerial decisions. The article is of great help to implement of the proposed concept which will allow to form two types of management decisions for development business srtucrtures for potential residents of industrial parks and also for current (operating) residents. This makes not only a certain contribution to the development of the theory of entrepreneurship, but it also allows business structures to reach a new, higher quality level.
Keywords: entrepreneurial activity, business structures, sustainable development, development management, industrial park, methodology, conception.

Введение. В Российской Федерации на законодательном уровне существует достаточное количество нормативно-правовых актов, различных программ, призванных поддерживать и развивать предпринимательские структуры, которые являются ведущими субъектами экономических отношений в стране. Вместе с тем, проблема функционирования предпринимательских структур, их устойчивого развития в системе индустриальных парков, требует дальнейшего изучения, особенно в условиях кризиса. Функционирование предпринимательских структур в системе индустриальных парков является малоизученным явлением по причине их незначительного опыта деятельности в Российской Федерации во временном аспекте.

Целью исследования является разработка концептуальной схемы изучения деятельности предпринимательских структур в системе индустриальных парков, которая будет способствовать развитию теории и практики данной проблематики на основе изучения теоретико-методологического базиса.

Материалы и методы исследования. С целью обоснования концептуальной схемы развития предпринимательских структур в системе индустриальных парков актуализируется вопрос исследования таких понятий, как «предпринимательские структуры», «развитие», «устойчивое развитие», «предпринимательская деятельность», «развитие предпринимательских структур».

Понятие «предпринимательская структура» отсутствует в законодательном поле Российской Федерации. Тем не менее, Гражданский Кодекс определяет, что предпринимательской является самостоятельная,

осуществляемая на свой риск деятельность, направленная на систематическое получение прибыли от пользования имуществом, продажи товаров, выполнения работ или оказания услуг. Это позволяет сделать вывод о том, что «предпринимательские структуры» более широкое понятие, чем «предприятия», а предприятия можем относить к предпринимательским структурам. Так, деятельность и индивидуальных предпринимателей, и отдельных предприятий, и интегрированных предпринимательских структур отвечает всем требованиям, предъявляемым Гражданским Кодексом к предпринимательской деятельности.

С целью более глубокого понимания и формирования авторской трактовки дефиниций «предпринимательская деятельность» и «предпринимательские структуры» проведем анализ эволюции сущностных характеристик предпринимательской деятельности в трактовке зарубежных авторов (таблица 1).

Таблица 1 – Эволюция сущностных характеристик предпринимательской деятельности в трактовке зарубежных авторов

Автор и год основного научного труда	Характеристики предпринимательской деятельности	Основные функции предпринимательской деятельности, дающие максимальный эффект
Кантильон Р. (1725), Сей Ж. (1810), Тюнен И. (1850)	предпринимательская деятельность как фактор производства	координация и контроль факторов производства
Тюнен И. (1850), Шумпетер Й. (1911), Найт Ф. (1921)	предпринимательская деятельность направлена на поиск и формирование новых рынков на основе использования новаторства и нововведений	технологическое управление, ответственность, контроль, принятие решений
Кирцнер И. (1930)	«предприниматель порождает длительные изменения в самих контурах экономической сферы, вызывая сдвиги в общей структуре цен, трансформацию деловой активности и поиск новых возможностей получения прибыли» [1, с. 10]	формирование рынка и рыночных цен
Кейнс Дж. (1936)	предпринимательская деятельность строится на хозяйственной деятельности, которая ведется с осторожностью, предусмотрительностью, независимостью	учет доходов и расходов

Продолжение таблицы 1

Автор и год основного научного труда	Характеристики предпринимательской деятельности	Основные функции предпринимательской деятельности, дающие максимальный эффект
Коуз Р. (1937)	относительная экономическая свобода	координация, планирование, организация, формирование рынка
Макклелланд Д. (1961)	успех предпринимателя тем успешнее, чем выше мотивация и ответственность	мотивация, ответственность
Друкер П. (1964)	«Как организации, так и управляющие должны систематически работать над своей эффективностью, более того, им нужно выработать в себе привычку работать эффективно. Они должны научиться использовать возможности и не давать повода для возникновения проблем. Им нужно учиться извлекать максимальную пользу из тех качеств, которые могут принести результат. Им нужно уметь концентрироваться на основных направлениях и определять приоритеты, а не делать всего понемногу» [2, с. 39]	управление эффективностью
А. Хоскинг (1993)	«осуществление деятельности по производству и обменным операциям между предпринимателем и другими элементами хозяйственной среды» [3, с. 10]; «предпринимательская деятельность как способ удовлетворения потребностей» [4, 2006, с. 59]	ведение финансов и учета, кадровое, материально-техническое обеспечение, производство, маркетинг
Лонженекер Дж., Макклеланд Д. (1994)	успешные предприниматели надеются только на себя и верят в свою собственную способность преодолеть все трудности	планирование, маркетинг, управление, ответственность

Примечание: составлено авторами на основе [1-10].

Все авторы в той или иной форме акцентируют внимание на экономической свободе, прибыли или доходе как на неотъемлемых элементах деятельности предпринимателей. Также следует отметить, что исследователи признают в качестве условий реализации предпринимательской деятельности наличие риска и неопределенности.

В современной зарубежной литературе термин «предпринимательские

структуры» рассматривается редко, чаще используется термины «предпринимательство» и «предпринимательские фирмы». Большое внимание уделяется изучению молодых предпринимательских фирм и технологического предпринимательства.

Одни авторы [11] рассматривают предпринимательскую деятельность как процесс взаимовлияния личных способностей предпринимателя и бизнес-окружения; другие, предлагают концепцию устойчивого и экологического предпринимательства, в которой подробно описывается, как предприниматели используют возможности, которые присущи экологическим сбоям рынка [12].

Российские ученые [13] на основе анализа 184 источников современной зарубежной литературы (1990-2014 годы) провели анализ исследований в области молодых предпринимательских фирм и выделили их основные характеристики. Авторы определили, что в мировой экономической литературе среди факторов, которые положительно влияют на деятельность предпринимательских структур являются: технологические и маркетинговые компетенции сотрудников, реконфигурация ресурсной базы, способность оперативного принятия решений.

Анализируя данную публикацию, следует отметить, что российским предпринимательским структурам, не только молодым, присущи подобные характеристики. На их функционирование влияют: недостаток различного рода ресурсов и компетентных сотрудников, неопределенность экономической ситуации, отсутствие или несовершенство нормативно-правовой базы. При этом конкурентоспособность во многом обеспечивается инновациями.

Коллектив авторов под руководством Асаула А.Н., рассматривая предпринимательскую деятельность как основное условие свободного вхождения на рынок продукции, приходит к выводу, что «экономическая сущность предпринимательской деятельности заключается в поиске и реализации новых комбинаций факторов производства (обновление продукции,

технологии, организационных подходов) с целью удовлетворения явного или потенциального спроса» [14].

Эриашвили Н.Д., Саудаханов М.В., анализируя правовые аспекты, отмечают, что предпринимательская деятельность раскрывается через выполняемые предпринимателем функции [15] и характеризует его как инициативного и рискового человека, организатора производства, новатора.

Анализ литературных источников позволяет определить предпринимательскую деятельность как совокупность экономических отношений по поводу производства и реализации товаров, оказания услуг, направленных на получение различного рода эффектов в условиях неопределенности и риска на основе положительной комбинации факторов влияния.

Под предпринимательскими структурами, с нашей точки зрения, стоит понимать экономических агентов инновационного типа различных организационно-правовых форм и размеров.

Предпринимательская деятельность сама по себе подразумевает развитие.

В нормативно-правовых актах и программах развития Российской Федерации, международных документах термин «устойчивое развитие» трансформируется в зависимости от меняющихся потребностей и требований общества. В экономической литературе данное понятие употребляется довольно широко, можно сказать неоднозначно и зависит от сферы исследований, научных интересов каждого ученого, но в целях данного исследования акцентируем внимание на устойчивом развитии именно предпринимательских структур.

Изучая предпринимательские структуры, коллектив авторов под руководством Крюкова А.Ф., приходит к выводу, что устойчивый рост предпринимательских структур может быть обеспечен посредством структурных преобразований экономики через создание крупных объединений с включением в их состав малых инновационных предприятий [16]. Следует

отметить, что рост и развитие не всегда тождественные понятия. «Устойчивое развитие – это развитие инновационное (созидательное), основанное на коэволюции частей (подсистем) предпринимательской структуры» [17], а рост может быть обеспечен любой предпринимательской структурой, независимо от ее инновационности.

Пискун Е.И. под инновационным развитием производственно-экономических систем понимает движение системы в соответствии с принятой стратегией, поставленной целью и определенными задачами на основе разработки и/или коммерциализации инноваций с учетом имеющихся ресурсов, требований рынка и направленное на достижение нового, более высокого качественного состояния, которое выражается в росте конкурентоспособности и эффективности деятельности в целом [18].

Малые и средние предприятия (МСП) с целью гарантированного устойчивого роста должны обладать: высокой степенью динамизма в принятии решений, инновационным потенциалом, инвестиционной привлекательностью. При этом для снижения входных издержек в бизнес малым и средним предприятиям требуется как федеральная, так и региональная поддержка. Все это в конечном итоге будет способствовать привлечению инвестиционного капитала в основной капитал и, как следствие, экономическому росту [19].

Предпринимательские структуры следует рассматривать как открытые социально-экономические системы. Раевнева Е.В. констатирует, что необратимый, направленный, закономерный и уникальный процесс изменений открытой системы в пространстве и во времени и есть развитие [20].

Тихомирова О.Г. считает, что устойчивое развитие предпринимательской структуры – это прогрессивное развитие с возрастанием эффективности, сопровождающееся улучшением параметров и неистощением (приращением) ресурсов динамической гомеостатической системы в триединстве социальной, экономической, экологической составляющих [17]

Морфологический анализ литературных источников позволяет выделить

методологические подходы различных авторов, которые определяют развитие предпринимательских структур, как:

– процесс необратимых, направленных, закономерных изменений системы открытой системы в пространстве и во времени [18, 20-21];

– достижение нового, более высокого качественного состояния [17-18, 20];

– возрастание конкурентоспособности и эффективности деятельности на основе инноваций [14-15, 16, 17-19].

Исходя из того, что авторы определяют индустриальные парки, как структуры, включающие совокупность взаимосвязанных и взаимозависимых в определенной степени инновационных компаний предпринимательского типа, можно утверждать, что предпринимательские фирмы могут рассматривать индустриальные парки как площадку для формирования условий устойчивого развития.

Анализ научной литературы [14-17, 19, 21-28] свидетельствует о том, что существует, с нашей точки зрения, ряд доминирующих подходов к управлению развитием:

– системный или кибернетический;
– ситуационный;
– ресурсный;
– структурный;
– функциональный;
– матричный;
– рейтинговый.

Системный подход состоит в том, что объект рассматривается как сложная система, включающая совокупность взаимозависимых и взаимосвязанных элементов.

Процессный подход базируется на эффективности экономических, производственных и других процессов.

Преимущество процессного подхода состоит в непрерывности управления, которое обеспечивается на стыке отдельных процессов в рамках всей системы, а также прикомбинации и взаимодействии различных процессов [25].

Ситуационный подход в управлении развитием используется для формирования набора ситуаций, возникающих в результате деятельности и анализе факторов, которые идентифицируют конкретную ситуацию.

При этом зависимости от конкретной ситуации используется тот или иной метод управления, который наиболее соответствует и максимально адаптирован [26].

Ресурсный подход базируется на оценке эффективности использования ресурсов предпринимательских структур.

Структурный (нормативный) подход позволяет проводить оценку эффективности деятельности предпринимательских структур, которая формируется исходя из нормативов отрасли.

В процессе управления деятельностью устанавливаются нормативы, которые должны быть комплексными, эффективными, перспективными во времени и масштабности [29].

Функциональный подход. Предпринимательские структуры изучаются с точки зрения отдельных, но взаимозависимых функций управления и соответствующих видов деятельности.

Матричный подход базируется на определении вектора развития, исходя из результатов диагностики состояния внешней среды.

Рейтинговый подход основан на комплексном сравнительном анализе динамично развивающихся систем. Свое развитие рейтинговый поход получил вследствие необходимости контроля значений значительного количества показателей в анализе экономических систем и принятия обоснованных управленческих решений потенциальными стейкхолдерами.

Суть подхода состоит в том, что совокупность показателей,

характеризующих деятельность социально-экономической системы (СЭС), с помощью различных методик получения рейтинга сводится к получению интегрированных комплексных характеристик. Иначе говоря, это многофакторный анализ состояния СЭС.

Ввиду того, что пользователями комплексной информации, полученной в результате рейтингования, являются различные группы пользователей, к интегрированной комплексной оценке предъявляются требования – она должна быть понятной и общепризнанной.

Управление на основе рейтингового подхода может быть:

1. Внутренним, осуществляемым предпринимательскими структурами самостоятельно с целью мониторинга собственных финансово-экономических, производственных, маркетинговых, других процессов и сравнения с аналогичными результатами конкурентов.

Так, Калмакова Н.А. предложила методику сравнительной рейтинговой оценки резервных возможностей сбалансированного развития промышленных предприятий, которая позволяет получить комплексную оценку эффективности с учетом собственной эффективности, а также эффективности ее взаимодействия с организациями, входящими в состав окружения и взаимодействия с промышленным предприятием [23].

2. Внешним. Полученная агрегированная информация используется для ее представления потенциальным партнерам, банкам, инвесторам и другим стейкхолдерам при принятии решений как тактического, так и стратегического характера. Она может быть получена как самостоятельно, так и с привлечением внешних аудиторов, консалтинговых и рейтинговых агентств.

Основное преимущество рейтингового подхода к управлению развитием состоит в том, что получаемая с его помощью комплексная информация является всесторонней оценкой социально-экономической системы и достаточно точно определяет ее положение в совокупности исследуемых объектов, что приводит к принятию аргументированных управленческих

решений.

К субъектам рейтингового управления относятся стейкхолдеры, для которых рейтинговая оценка служит базой для формирования информационного пространства при принятии управленческих решений различного типа.

Данный подход широко представлен в исследованиях экономистов и предлагается к использованию в деятельности федеральных и региональных органов власти для комплексной оценки различных аспектов социально-экономического развития административно-территориальных образований и разработки стратегических планов, программ и стратегий развития регионов. При этом разрабатываются методики, позволяющие совершенствовать элементы системы управления: определять уровень развития отдельных отраслей народного хозяйства [30]; выявлять жизнеспособные предприятия путем их сравнения, как во времени, так и в пространстве [31] и проводить систематический мониторинг выполнения заранее установленных экологических целей стратегического развития предприятий [32]; устанавливать степень финансовой и продовольственной самообеспеченности [33] и инновационного развития региональной экономики [34]; проводить оценку муниципальных образований по качеству управления налоговым потенциалом, структурировать и схематически представить процесс определения рейтинга [35]; определять уровень конкурентоспособности и рейтинговые позиции регионов Российской Федерации, выделять новые стратегические направления в управлении конкурентоспособностью территорий, которые следует закладывать в региональную экономическую политику [36].

Таким образом, рейтинговый подход является важным инструментом оценки и управления социально-экономическими системами для федеральных и региональных органов власти.

Результатами использования рейтингового подхода активно пользуются

такие стейкхолдеры, как потенциальные инвесторы, инвестиционные фонды, управляющие компании, страховые компании, банки, аудиторские и другие организации. Принимая решения об инвестировании, они непременно проводят сравнительный анализ потенциальных объектов инвестирования, прибегая либо к услугам рейтинговых и консалтинговых агентств, либо осуществляя его самостоятельно, выстраивая собственный рейтинг компаний на базе совокупности показателей, в том числе используя рейтинги из открытых источников.

Вместе с тем, существует слабая разработанность использования рейтингового подхода для предпринимательских структур, в частности, предпринимательских структур – потенциальных резидентов индустриальных парков, менеджеров, собственников предпринимательских структур, функционирующих в составе индустриальных парков.

В целях данного исследования можно констатировать, что использование рассмотренных подходов позволит предпринимательским структурам осуществить сравнительную оценку своей деятельности, провести диагностику своего положения среди предприятий отрасли, как на территории индустриального парка, так и за его пределами, выделить основные направления повышения конкурентоспособности.

Результаты исследования и их обсуждение

На основе анализа теоретико-методологического базиса, анализа доступности информационного пространства разработана концептуальная схема развития предпринимательских структур в системе индустриальных парков, представленная на рисунке 1.

Реализация данной концепции позволит предпринимательским структурам формировать два типа базовых управленческих решений:

– управленческие решения собственников и менеджмента предпринимательских структур по развитию предпринимательских структур – потенциальных резидентов индустриальных парков;

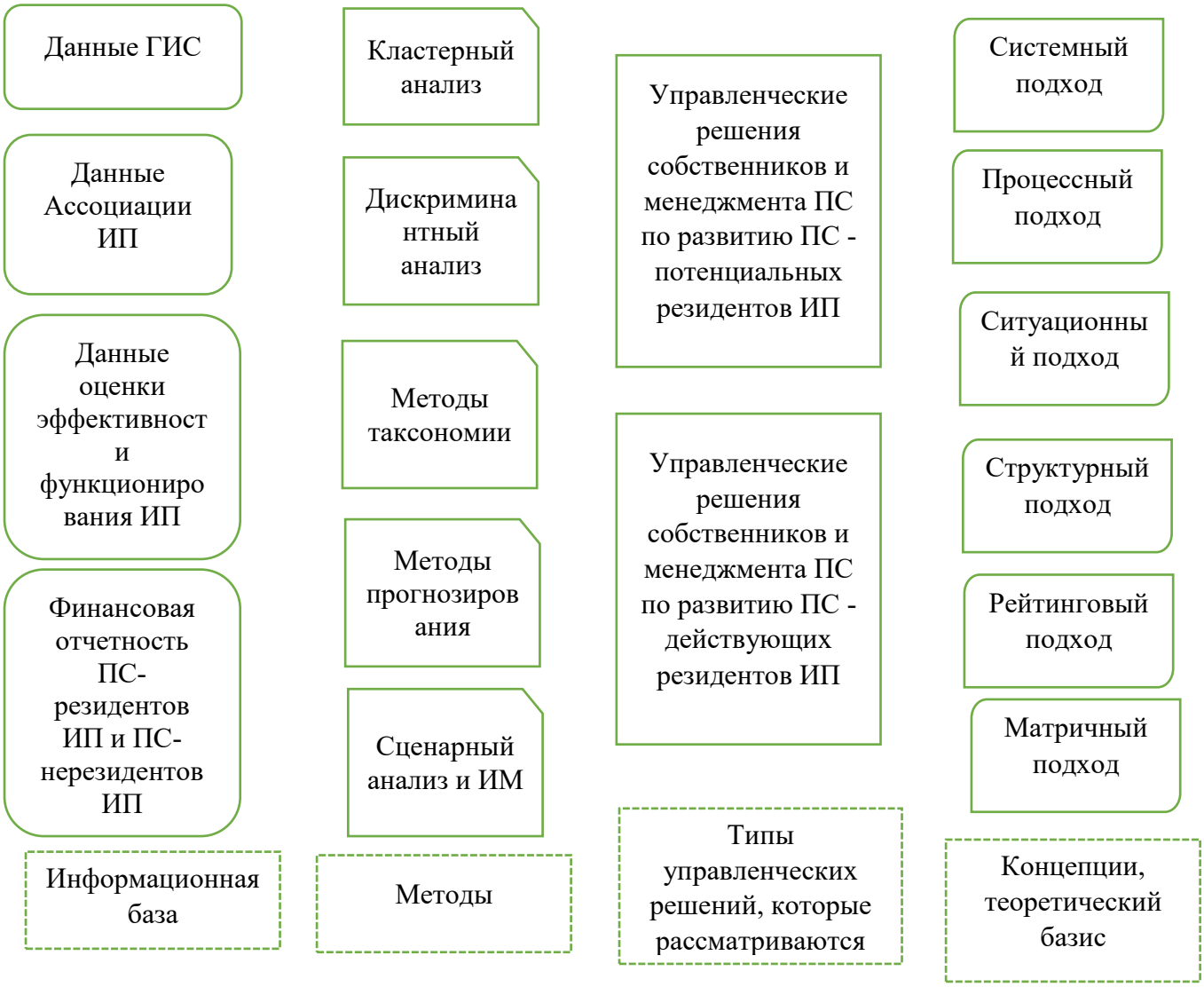


Рисунок 1 – Концептуальная схема развития предпринимательских структур в системе индустриальных парков

– управленческие решения собственников и менеджмента предпринимательских структур по развитию предпринимательских структур – действующих резидентов индустриальных парков.

Выводы. Проведен критический анализ трактовок следующих терминов: «предпринимательская деятельность», «предпринимательские структуры», «развитие», «устойчивое развитие», «управление развитием». Это позволило определить предпринимательскую деятельность как совокупность экономических отношений по поводу производства и реализации товаров,

оказания услуг, направленных на получение различного рода эффектов в условиях неопределенности и риска на основе положительной комбинации факторов влияния. Под предпринимательскими структурами, с нашей точки зрения, стоит понимать экономических агентов инновационного типа различных организационно-правовых форм и размеров.

На основе морфологического анализа литературных источников выделены методологические подходы различных авторов, которые определяют развитие предпринимательских структур, как:

– процесс необратимых, направленных, закономерных изменений системы открытой системы в пространстве и во времени;

– достижение нового, более высокого качественного состояния;

– возрастание конкурентоспособности и эффективности деятельности на основе инноваций.

Обосновано, что к доминирующим подходам к управлению развитием следует отнести: системный; ситуационный; ресурсный; структурный; функциональный; матричный; рейтинговый.

Разработана концептуальная схема исследования, состоящая из основных блоков: концепции и теоретический базис, информационная база, методы, типы управленческих решений. Реализация предложенной концепции позволит формировать два типа базовых управленческих решений: управленческие решения собственников и менеджмента предпринимательских структур по развитию не только предпринимательских структур – потенциальных резидентов индустриальных парков, но и действующих резидентов индустриальных парков. Это позволит предпринимательским структурам выйти на новый, более качественный уровень развития.

Список использованной литературы:

1. *Кирцнер И.М.* Конкуренция и предпринимательство. Челябинск: Социум, 2010. 268 с.
2. *Друкер П.* Эффективное управление. М.: АСТ, Астрель, 2004. 284 с.
3. *Хоскинг А.* Курс предпринимательства. М.: Международные отношения, 1993. 349 с.
4. *Накипова Г.Н.* Эволюция взглядов на предпринимательство в западных экономических концепция // Дайджест-Финансы. 2006. № 11 (143). С. 56-60.

5. *Блауг М.* Экономическая мысль в ретроспективе. М.: Дело, 1994. 687 с.
6. *Дынкин А.А., Стерлин А.Р., Тулин И.В.* Предпринимательство в конце 20 века. М.: Наука, 1992. 312 с.
7. *Кейнс Дж.М.* Общая теория занятости, процента и денег. М.: Бизнеском, 2013. 402 с.
8. *Макклелланд Д.* Мотивация человека / науч. ред. Е.П. Ильина. М.: Питер, 2007. 669 с.
9. *Опалева О.И.* Эволюция взглядов на сущность и функции предпринимательской деятельности: от возникновения до наших дней // Финансы и кредит. 2010. № 35 (419). С. 69-73.
10. *Longenecker J.* Small business management: an entrepreneurial. Cincinnati, 1994. 330 p.
11. *McMullen J.S., Shepherd D.A.* Entrepreneurial action and the role of uncertainty in the theory of the entrepreneur. Academy of Management Review. 2006. Vol. 31 (1). P. 132-152.
12. *Dean T.J., McMullen J.S.* Toward a theory of sustainable entrepreneurship: Reducing environmental degradation through entrepreneurial action. Journal of Business Venturing. 2007. Vol. 22. Iss. 1. P. 50-76.
13. *Быстрова Ю.Е., Широкова Г.В.* Что мы знаем о молодых предпринимательских фирмах? Определения, характеристики и факторы, влияющие на их рост // Современная конкуренция. 2014. № 6 (48). С. 69-93.
14. *Асаул А.Н.* Управление фирмой на основе разработки стратегий ее развития: монография. СПб.: Гуманистика, 2003. 168 с.
15. *Эриашвили Н.Д., Саудаханов М.В.* К вопросу о сущности предпринимательской деятельности и корпоративных правоотношениях // Вестник Московского университета МВД России. 2016. № 6. С. 45-48.
16. *Крюков А.Ф., Гордеев С.С., Коваль О.С., Семенов В.В.* Предпринимательство и устойчивость крупных организаций в условиях экономических циклов: монография. Красноярск: Сибирский федеральный университет, 2009. 310 с.
17. *Тихомирова О.Г.* Устойчивое развитие предпринимательских структур как открытых динамических систем // Международный научно-исследовательский журнал. 2013. № 6 (6). С. 105-106.
18. *Пискун Е.И.* Управление инновационной деятельностью производственно-экономических систем в интеграционной среде: монография. Севастополь: Севастопольский государственный университет, 2014. 298 с.
19. *Бухтиярова Т.И.* Конфигурация проблем управления развитием малого и среднего предпринимательства: монография. Челябинск: Фотохудожник, 2015. 210 с.
20. *Раєвнева О.В.* Управління розвитком підприємства: методологія, механізм, моделі: монографія. Х.: ВД «ІНЖЕК», 2006. 496 с.
21. *Маршалл А.* Основы экономической науки. Серия: Антология экономической мысли. М.: Эксмо, 2008. 832 с.
22. *Исмаилова Ф.Н.* Ситуационный подход к вопросам управления развитием предприятия промышленного производства // Экономика и предпринимательство. 2015. № 9-2 (62). С. 680-682.
23. *Калмакова Н.А.* Методика сравнительной рейтинговой оценки резервных возможностей сбалансированного развития промышленных предприятий // Современные проблемы науки и образования. 2014. № 6. С. 550.
24. *Ляндау Ю.В.* История развития процессного подхода к управлению // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. 2013. № 6. С. 65-68.
25. Межох З.П. Процессный подход к построению системы управления рисками транспортных компаний // Транспортное дело России. 2014. № 4. С. 177-180.
26. *Пискун Е.И., Хохлов В.В., Каруна К.И.* Методологические аспекты управления развитием регионов в условиях цифровизации // Региональная экономика: теория и практика. 2019. Т. 17, № 1. С. 4-15. DOI: 10.24891/re.17.1.4.
27. *Ефимычев Ю.И., Трофимов О.В.* Концептуальные основы стратегии инновационного

развития промышленных предприятий: монография. Н.-Новгород: Изд-во ННГУ им. Н.И. Лобачевского, 2010. 273 с.
28. *Брянцева Л.В.* Система сбалансированного управления промышленно-производственными подсистемами АПК. Воронеж: Научная книга, 2009. 320 с.
29. *Пискун Е.И.* Методологические аспекты управления инновационным развитием производственно-экономических систем // Инновационные и информационные технологии в развитии национальной экономики: теория и практика: монография / под ред. Т.С. Клебановой, В.П. Невежина, Е.И. Шохина. М.: Научные технологии, 2013. С. 191-206.
30. *Шарафутдинова З.А.* Рейтинговая оценка регионов РФ по уровню развития агропродовольственного комплекса // Проблемы востоковедения. 2013. № 2 (60). С. 18-23.
31. *Постюшков А.В.* Методика рейтинговой оценки предприятий // Имущественные отношения в РФ. 2003. № 1 (16). С. 46-54.
32. *Гончаренко С.Н., Коростелев Д.Б.* Методы и модели комплексной оценки системных связей показателей результативности природоохранной политики и принятия управленческих решений в сфере природопользования // Горный информационно-аналитический бюллетень. 2018. № 11. С. 70-76.
33. *Мансуров Р.Е.* Методика рейтинговой оценки продовольственной самообеспеченности районов Волгоградской области как элемент системы регионального управления АПК // Вестник ВолГУ. Серия 3: Экономика. 2017. № 1 (38). С. 52-61. DOI: 10.15688/jvolsu3.2017.1.6.
34. *Богачев А.И.* Методологические основы комплексной оценки инновационного развития региональной экономики // Вестник НГИЭИ. 2020. № 4 (107). С. 84-95.
35. *Кивико И.В.* Рейтинговая оценка муниципальных образований по качеству управления налоговым потенциалом // Научный вестник: финансы, банки, инвестиции. 2020. № 2 (51). С. 6-13.
36. *Головихин С.А.* Стратегические направления в управлении конкурентоспособностью Челябинской областью // Общество, экономика, управление. 2016. № 1. С. 8-12.

References:

1. Kircner I.M. *Konkurencija i predprinimatel'stvo* [Competition and entrepreneurship]. Chelyabinsk, Socium Publ., 2010, 268 p. (In Russian).
2. Druker P. *Jeffektivnoe upravlenie* [Effective management]. Moscow, AST, Astrel Publ., 2004, 284 p. (In Russian).
3. Hosking A. *Kurs predprinimatel'stva* [Entrepreneurship Course]. Moscow, Mezhdunarodnye otnosheniya Publ., 1993, 349 p. (In Russian).
4. Nakipova G.N. Jevoljucija vzgljadov na predprinimatel'stvo v zapadnyh jekonomicheskih koncepcijah [Evolution of views on entrepreneurship in Western economic concepts]. *Dajdzhest-Finansy* [Digest-Finance], 2006, no. 11 (143), pp. 56-60. (In Russian).
5. Blaug M. *Jekonomicheskaja mysl' v retrospektive* [Economic thought in retrospect]. Moscow, Delo Publ., 1994, 687 p. (In Russian).
6. Dynkin A.A., Sterlin A.R., Tulin I.V. Predprinimatel'stvo v konce 20 veka [Entrepreneurship in the late 20th century]. Moscow, Science Publ., 1992. 312 p. (In Russian).
7. Keynes J.M. *Obshhaja teorija zanjatosti, procenta i deneg* [General theory of employment, interest and money]. Moscow, Bizneskom Publ., 2013. 402 p. (In Russian).
8. Makklelland D., Ilyina E.P. (ed.) Motivacija cheloveka [Human motivation]. St. Petersburg, Piter Publ., 2007, 669 p. (In Russian).
9. Opaleva O.I. Jevoljucija vzgljadov na sushhnost' i funkcii predprinimatel'skoj dejatel'nosti: ot vozniknovenija do nashih dnej [Evolution of views on the essence and functions of entrepreneurial activity: from its origins to the present day]. *Finansy i kredit* [Finance and

credit], 2010, no. 35 (419), pp. 69-73. (In Russian).
10. Longenecker J. *Small business management: an entrepreneurial*. Cincinnati, 1994, 330 p. (In English).
11. McMullen J.S., Shepherd D.A. Entrepreneurial action and the role of uncertainty in the theory of the entrepreneur. *Academy of Management Review*, 2006, vol. 31 (1), pp. 132-152. (In English).
12. Dean T.J., McMullen J.S. Toward a theory of sustainable entrepreneurship: Reducing environmental degradation through entrepreneurial action. *Journal of Business Venturing*, 2007, vol. 22, iss. 1, pp. 50-76. (In English).
13. Bystrova Ju.E., Shirokova G.V. Chto my znaem o molodyh predprinimatel'skih firmah? Opredelenija, harakteristiki i faktory, vlijajushhie na ih rost [What do we know about young entrepreneurial firms? Definitions, characteristics and factors affecting their growth]. *Sovremennaja konkurencija* [Modern Competition], 2014, no. 6 (48), pp. 69-93. (In Russian).
14. Asaul A.N. *Upravlenie firmoj na osnove razrabotki strategij ee razvitija* [Firm management based on the development of strategies for its development]. St. Petersburg, Humanistika Publ., 2003, 168 p. (In Russian).
15. Eriashvili N.D., Saudakhanov M.V. K voprosu o sushhnosti predprinimatel'skoj dejatel'nosti i korporativnyh pravootnoshenijah [On the issue of the essence of entrepreneurial activity and corporate legal relations]. *Vestnik Moskovskogo universiteta MVD Rossii* [Bulletin of the Moscow University of the Ministry of Internal Affairs of Russia], 2016, no. 6, pp. 45-48. (In Russian).
16. Kryukov A.F., Gordeev S. S., Koval O. S., Semenov V. V. *Predprinimatel'stvo i ustojchivost' krupnyh organizacij v uslovijah jekonomicheskih ciklov* [Entrepreneurship and the sustainability of large organizations in the context of economic cycles]. Krasnoyarsk, Siberian Federal University Publ., 2009, 310 p. (In Russian).
17. Tikhomirova O.G. Ustojchivoe razvitie predprinimatel'skih struktur kak otkrytyh dinamicheskih sistem [Sustainable development of entrepreneurial structures as open dynamic systems]. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal* [International research journal], 2013, no. 6 (6), pp. 105-106. (In Russian).
18. Piskun E.I. *Upravlenie innovacionnoj dejatel'nost'ju proizvodstvenno-jekonomicheskih sistem v integracionnoj srede* [Management of innovative activities of production and economic systems in an integration environment]. Sevastopol, Sevastopol State University Publ., 2014, 298 p. (In Russian).
19. Bukhtiyarova T.I. *Konfiguracija problem upravlenija razvitiem malogo i srednego predprinimatel'stva* [Configuration of problems of managing the development of small and medium-sized businesses].Chelyabinsk, Fotohudozhnik Publ., 2015, 210 p. (In Russian).
20. Raevneva O.V. *Upravlinnya rozvitkom pidpriємstva: metodologiya, mekhanizm, modeli* [Enterprise development management: methodology, mechanism, models]. Kharkov, VD “INZHEK” Publ., 2006, 496 p. (In Ukrainian).
21. Marshall A. *Osnovy jekonomicheskoj nauki. Seriya: Antologiya ekonomicheskoj mysli* [Fundamentals of Economics. Series: Anthology of Economic Thought]. Moscow, Eksmo Publ., 2008, 832 p. (In Russian).
22. Ismailova F.N. Situacionnyj podhod k voprosam upravlenija razvitiem predprijatija promyshlennogo proizvodstva [A situational approach to the management of the development of an industrial enterprise]. *Jekonomika i predprinimatel'stvo* [Economy and entrepreneurship], 2015, no. 9-2 (62), pp. 680-682. (In Russian).
23. Kalmakova N.A. Metodika sravnitel'noj rejtingovoj ocenki rezervnyh vozmozhnostej sbalansirovannogo razvitija promyshlennyh predprijatij [Methodology for comparative rating assessment of reserve opportunities for balanced development of industrial enterprises]. *Sovremennye problemy nauki i obrazovanija* [Modern Problems of Science and Education], 2014, no. 6, pp. 550. (In Russian).

24. Liandau Ju.V. Istorija razvitija processnogo podhoda k upravleniju [The history of the development of the process approach to management]. *Jekonomika, statistika i informatika. Vestnik UMO*. [Economics, statistics and informatics. UMO Bulletin], 2013, no. 6, pp. 65-68. (In Russian).
25. Mezhoh Z.P. Processnyj podhod k postroeniju sistemy upravlenija riskami transportnyh kompanij [Process approach to building a risk management system for transport companies]. *Transportnoe delo Rossii* [Transport business in Russia], 2014, no. 4. pp. 177-180. (In Russian).
26. Piskun E.I. Metodologicheskie aspekty upravlenija razvitiem regionov v uslovijah cifrovizacii [Methodological aspects of managing the development of regions in the context of digitalization]. *Regional'naja jekonomika: teorija i praktika* [Regional economy: theory and practice], 2019, vol. 1, no. 1, pp. 4-15. (In Russian). DOI: 10.24891/re.17.1.4.
27. Efimychev Yu.I., Trofimov O.V. *Konceptual'nye osnovy strategii innovacionnogo razvitija promyshlennyh predprijatij* [Conceptual foundations of the strategy of innovative development of industrial enterprises]. Nizhny Novgorod, NNSU Publ., 2010, 273 p. (In Russian).
28. Bryantseva L.V. *Sistema sbalansirovannogo upravlenija promyshlenno-proizvodstvennymi podsistemami APK* [A balanced management system for industrial-production subsystems of the agro-industrial complex]. Voronezh, Nauchnaya kniga Publ., 2009, 320 p. (In Russian).
29. Piskun E.I., T.S. Klebanova T.S. (ed.), Nevezhin V.P. (ed.), Shohin E.I. (ed.) Metodologicheskie aspekty upravlenija innovacionnym razvitiem proizvodstvenno-jekonomicheskih sistem [Methodological aspects of management of innovative development of production and economic systems]. *Innovacionnye i informacionnye tehnologii v razvitii nacional'noj jekonomiki: teorija i praktika* [Innovative and information technologies in the development of the national economy: theory and practice]. Moscow, Nauchnye tekhnologii Publ., 2013. pp. 191-206. (In Russian).
30. Sharafutdinova Z.A. Rejtingovaja ocenka regionov RF po urovnju razvitija agroprodovol'stvennogo kompleksa [Rating assessment of the regions of the Russian Federation by the level of development of the agri-food complex]. *Problemy vostokovedenija* [Problems of Oriental Studies], 2013, no. 2 (60), pp. 18-23. (In Russian).
31. Postyushkov A.V. Metodika rejtingovoj ocenki predprijatij [Rating methodology for enterprises]. *Imushhestvennye otnoshenija v RF* [Property relations in the Russian Federation], 2003, no. 1 (16), pp. 46-54. (In Russian).
32. Goncharenko S.N., Korostelyev D.B. Metody i modeli kompleksnoj ocenki sistemnyh svjazej pokazatelej rezul'tativnosti prirodoohrannoj politiki i prinjatija upravlencheskih reshenij v sfere prirodopol'zovanija [Methods and models for a comprehensive assessment of systemic links between indicators of the effectiveness of environmental policy and management decisions in the field of environmental management]. *Gornyj informacionno-analiticheskij bjulleten'* [Mining informational and analytical bulletin], 2018, no. 11, pp. 70-76. (In Russian).
33. Mansurov R.E. Metodika rejtingovoj ocenki prodovol'stvennoj samoobespechennosti rajonov Volgogradskoj oblasti kak jelement sistemy regional'nogo upravlenija APK [Methodology for rating assessment of food self-sufficiency in the regions of the Volgograd region as an element of the regional management system of the agro-industrial complex]. *Vestnik Volgogradskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya 3: Ekonomika* [Journal of Volgograd State University. Series 3: Economics], 2017, no. 1 (38), pp. 52-61. (In Russian). DOI: 10.15688/jvolsu3.2017.1.6.
34. Bogachev A.I. Metodologicheskie osnovy kompleksnoj ocenki innovacionnogo razvitija regional'noj jekonomiki [Methodological foundations for a comprehensive assessment of the innovative development of the regional economy]. *Vestnik NGIJeI* [Bulletin NGII], 2020, no. 4 (107), pp. 84-95. (In Russian).
35. Kiviko I.V. Rejtingovaja ocenka municipal'nyh obrazovanij po kachestvu upravlenija nalogovym potencialom [Rating assessment of municipalities on the quality of tax potential

management]. *Nauchnyj vestnik: finansy, banki, investicii* [Scientific Bulletin: finance, banking, investment], 2020, no. 2 (51), pp. 6-13. (In Russian).
36. Golovihin S.A. Strategicheskie napravlenija v upravlenii konkurentosposobnost'ju Cheljabinskoj oblast'ju [Strategic directions in the management of the competitiveness of the Chelyabinsk region]. *Obshhestvo, jekonomika, upravlenie* [Society, economics, management], 2016, no. 1, pp. 8-12. (In Russian).

Сведения об авторах / Information about authors

Брусникин Константин Николаевич
заместитель начальника управления организации проектов
Государственный научный центр РФ, Центральный научно-исследовательский институт черной металлургии им. И.П. Бардина
Российская Федерация, 105005, Москва, ул. Радио, д. 23/9, стр. 2
k.brusnikin@mail.ru

Brusnikin Konstantin Nikolaevich
Deputy head of project organization department
State Scientific Center of the Russian Federation, Bardin Central Research Institute of Ferrous Metallurgy
Radio str., 23/9, b. 2, Moscow, 105005, Russian Federation
k.brusnikin@mail.ru

Пискун Елена Ивановна
д-р экон. наук, профессор кафедры «Финансы и кредит»
Севастопольский государственный университет
Российская Федерация, 299053, г. Севастополь, Университетская, 33
lenapiskun@mail.ru

Piskun Elena Ivanovna
Dr. Sci. (Econ.), Professor, Department of Finance and Credit Sevastopol State University
33, Universitetskaya str., Sevastopol, 299053, Russian Federation
lenapiskun@mail.ru

УДК 325.1(477.75) **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_235**

Гагерова А.В., Гармашова Е.П.

АНАЛИЗ МИГРАЦИОННЫХ ПРОЦЕССОВ В РЕСПУБЛИКЕ КРЫМ И ТЕНДЕНЦИИ ИХ РАЗВИТИЯ

Аннотация. В статье рассмотрены факторы, определяющие миграционные процессы и миграционную политику в Республике Крым. Уточнена законодательная база, регулирующая отдельные аспекты миграционных процессов в Крыму и г. Севастополе. Анализ колебаний численности населения в Республике Крым за период с 2014 г. по начало 2021 г. позволил выделить ключевые тенденции развития миграционных процессов. Устойчивый рост численности населения Республики Крым за счет притока населения, как на добровольной основе, так и за счет ротаций военнослужащих и прочих специалистов из других регионов РФ, определил важность реализации ряда перспективных мероприятий, нацеленных на совершенствование миграционной политики. Прослежена динамика естественного прироста. Выявлен устойчивый рост оттока населения из Крыма за пределы региона по ряду объективных причин. Выделены факторы, определяющие данный отток, как со стороны коренного населения полуострова, так и касательно переселенцев, прибывавших, начиная с 2014 г. Выявлены тенденции миграционных процессов, определяющие дальнейший вектор стратегического развития миграционной политики Республики Крым.
Ключевые слова: миграция, факторы миграции, региональная миграция, естественный прирост, миграционная среда, ремиграция.

Gagerova A.V., Garmashova E.P.

ANALYSIS OF MIGRATION PROCESSES IN THE REPUBLIC OF CRIMEA AND TRENDS IN THEIR DEVELOPMENT

Abstract. The article considers the factors that determine the migration processes and migration policy in the Crimea Republic. The legislative framework regulating certain aspects of migration processes in Crimea and Sevastopol has been clarified. The analysis of population fluctuations in the Republic of Crimea for the period from 2014 to the beginning of 2021 allowed us to identify key trends in the development of migration processes. The steady growth of the population of the Republic of Crimea due to the influx of population, both on a voluntary basis, and due to rotations of military personnel and other specialists from other regions of the Russian Federation, determined the importance of implementing a number of promising measures aimed at improving migration policy. A steady increase in the outflow of the population from the Crimea outside the region was revealed for a number of objective reasons. The factors determining this outflow, both on the part of the indigenous population of the peninsula, and regarding the immigrants who was arrived since 2014, are determined. The trends of migration processes that determine the further vector of the strategic development of the migration policy of the Crimea Republic of are revealed.
Keywords: migration, migration factors, regional migration, natural growth, migration environment, remigration.

Введение. Население представляет собой совокупность людей, долгосрочно проживающих в пределах отдельной конкретной территории в результате самостоятельного выбора места жительства или же прибывших по объективным причинам [1]. Каждый индивид, по своей сути, нацелен на

использование всех возможностей, позволяющих создавать максимально благоприятные и комфортабельные условия для жизнедеятельности себе и своей семье. Отсюда непрерывно происходят соответствующие территориальные перемещения населения в поисках лучших условий жизни, определяемые в научной литературе как «миграционные процессы» [2]. Интенсивность указанных процессов зависит от географического положения, и рекреационного потенциала региона, от уровня социально-экономического развития и степени насыщенности рынка труда, то есть, от миграционной среды в регионе [2].

Анализ динамики и направлений миграции, выделение основных воздействующих факторов на миграционные процессы выступают в качестве составной части реализуемой государством внешней и внутренней политики социально-экономического развития. Миграция и миграционная среда, поддерживаемая на государственном или федеральном уровне, оказывают значимое влияние практически на все стороны жизнедеятельности общества. Миграция находит отражение в социальном, экономическом, внешнеэкономическом, демографическом развитии, а также в национальной безопасности РФ в целом.

Цель исследования – проанализировать динамику численности населения в Республике Крым за период с 2014 г. по начало 2021 г. за счет развития миграционных процессов и естественного прироста; определить факторы положительного и отрицательного воздействия, определяющие миграционное движение населения Крыма; выделить тенденции развития миграционных процессов в Республике Крым.

Материалы и методы исследования. Вопросы миграции населения, ее причин, определяющих факторов и последствий освещены в работах В.А. Волоха и Е.В. Афанасьева [1], Л.Л. Рыбаковского [2], И.В. Потапенковой [3], А.В. Черняка [4]. Особенности процессов движения населения в Республике Крым проанализированы в трудах С.И. Абылкаликова [5], Н.И. Твердохлебовой

[6]. Дальнейшие исследования не теряют актуальности и являются значимыми по причине динамичности и нестабильности условий миграционной среды в регионе, а также в связи с развивающимся полем законодательных правоотношений, постепенной сменой ориентиров государства касательно регулирования миграционных процессов и естественного прироста населения. Информационной базой исследования выступили данные официальных сайтов статистики по Республике Крым и г. Севастополя, статистический ежегодный сборник по г. Севастополю. Для достижения поставленной в статье цели был применен ряд методов экономического анализа, в том числе метод сравнительной оценки и анализ динамических изменений основных экономических показателей, исторического и логического обобщения.

Результаты исследования и их обсуждение. Миграционная «привлекательность» Республики Крым определяется тремя направлениями. С одной стороны, происходит активный приток населения в качестве внутренних мигрантов в регион, связанный с географическим, геополитическим, геоэкономическим положением полуострова. Данный миграционный приток способствует решению проблем кадрового обеспечения ряда сфер, таких как медицина, образование, сельское хозяйство. Второе направление миграционного притока на полуостров связано с активным развитием имеющегося туристско-рекреационного потенциала Крыма и его продвижения на российском рынке. Третье направление притока мигрантов связано с увеличением присутствия военнослужащих в Республике Крым. Стратегическое положение полуострова в рамках развития внешнеполитических отношений и нарастающая в последние годы общемировая нестабильность во всех сферах, определяют важность обеспечения безопасности как самого региона, в частности, так и границ РФ, в целом.

В современной науке присутствует ряд подходов в отношении определения термина «миграция», однако законодательного закрепления он не

получил. В основном, миграцию трактуют в рамках «широкого» и «узкого» подходов. Согласно первому она представляет собой процесс перемещения людей с одной территории на другую вне зависимости от цели, продолжительности или периодичности. Согласно второму подходу миграция является видом территориального перемещения, которое осуществляется населением с целью смены постоянного места жительства. Наиболее распространено определение миграции, предложенное Л.Л. Рыбаковским еще 20 лет назад. Он определил миграцию как «процесс перемещения людей через границы территорий с временной или постоянной сменой проживания или периодическим возвращением к месту жительства» [2].

На сегодняшний день миграционное законодательство РФ обеспечивают порядка трехсот нормативно-правовых документов, среди которых более десяти федеральных законов, несколько десятков международных соглашений [4]. Основу российского миграционного законодательства составляет Федеральный закон от 25.07.2002 г. № 115-ФЗ «О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации» [7]. Указом президента РФ от 31.10.2018 г. была утверждена «Концепция государственной миграционной политики Российской Федерации на 2019-2025 годы» [8].

Миграционные процессы, связанные с выездом (эмиграцией) крымчан, ранее проживавших на полуострове, а также с их въездом (иммиграцией), происходят под действием целого ряда факторов различного характера [4, 6, 9]:

– выбор городов-миллионеров для переезда с полуострова, дающих больше возможностей для повышения уровня жизни, получения образования, поиска перспективной и высокооплачиваемой работы, приобретения недвижимости и развития предпринимательской деятельности;

– отток населения под действием нехватки рабочих мест или же из-за неудовлетворенности условиями и уровнем оплаты труда в регионе и поиск работы в других регионах РФ;

– переселение части населения в поисках более комфортного климата и

места для обучения детей в связи с развитостью образовательной среды по интересующим направлениям в других регионах РФ;

– недовольство политикой цен на недвижимость, продовольственную корзину и услуги со стороны части населения региона;

– перевод военнослужащих в ходе ротации, как на полуостров, так и с него. В данном случае семьи военнослужащих дополняют миграционный приток;

– приток населения пенсионного возраста с северных регионов РФ в поисках более благоприятных климатических условий и меньших масштабов географических перемещений в рамках выбранного для жизни региона;

– приток молодых специалистов, ориентированных на развитие различных сфер бизнеса в Республике Крым в рамках российского законодательства;

– решение проблемы нехватки специалистов отдельных областей и переизбыток других с целью выравнивания ситуации на рынке труда;

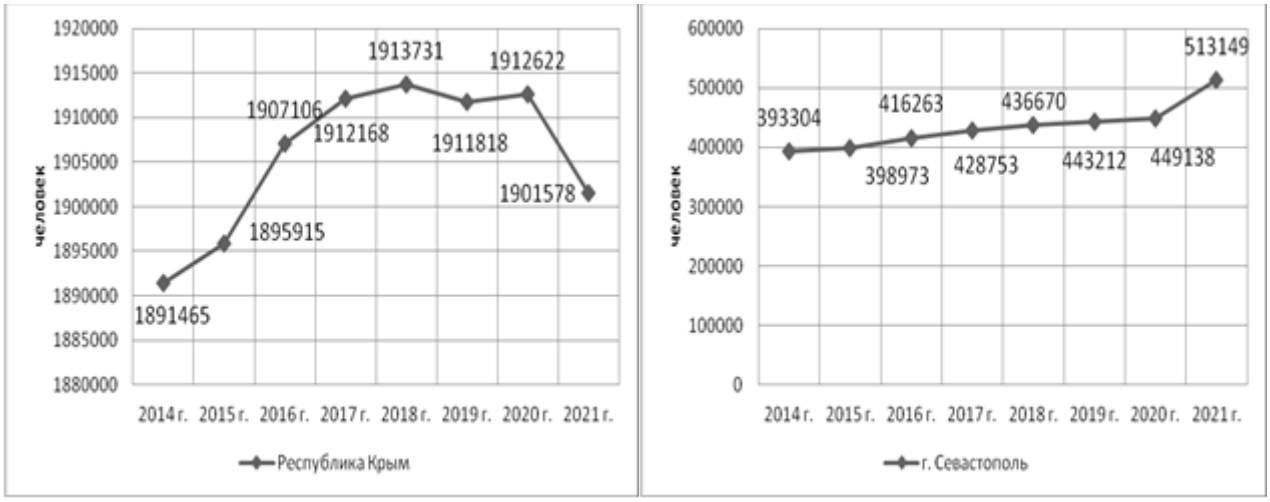
– контроль переселения в Крым вынужденных мигрантов.

Перечисленные факторы выступают определяющими при анализе колебаний численности населения в Республике Крым за период с 2014 г. и по 2021 г. Далее проанализируем положительное и отрицательное воздействие выделенных факторов на миграционную ситуацию в Республике Крым.

В Крыму 17 городов с населением, превышающим 5 тыс. человек [10]. В соответствии с официальными данными Росстата по состоянию на 1 января 2020 г. на территории Республики Крым было зарегистрировано 1912622 граждан. Зарегистрированное население г. Севастополя на эту дату составляло 449138 жителей. Итого общая численность населения Республики Крым в 2020 г. − 2361760 жителей [10]. На 01.01.2021 г. официально в Крыму проживало 1901578 человек [11], в г. Севастополе − 513149 человек [12]. Это на 14,25 % выше значения показателя на начало 2020 г.

По графикам (рис. 1 и 2) прослеживаем динамику официального

населения и темпов его роста по Республике Крым и городу Федерального значения Севастополь по состоянию на 01 января каждого года. Делаем объективное заключение, что, начиная с 2014 г., население полуострова демонстрирует достаточно устойчивый прирост (исключение – 2021 г.).



а) по Республике Крым б) по г. Севастополю

Рисунок 1 – Динамика численности населения по Республике Крым и г. Севастополю в 2014-2021 гг. (составлено по материалам [11, 12])

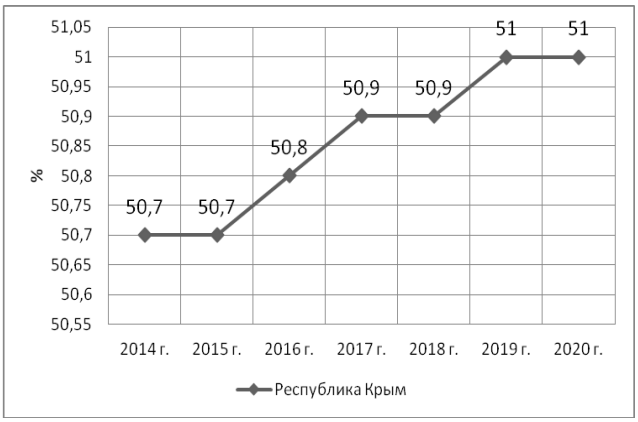
Рисунок 2 – Темпы роста численности населения по Республике Крым и г. Севастополю на начало года

Ежегодный уровень прироста находится в пределах 1 % по Крыму и 3 % по Севастополю (за исключением 2021 г.). Отрицательный прирост отмечался в 2019 г. (-0,1 %) и в 2021 г. (-0,58 %) по Крыму. Темпы прироста в целом снижаются: 0,59 % в 2016 г. и всего 0,04 % в 2020 г. Всего население полуострова выросло официально с 2014 г. на 10113 человек (по данным на 01.01.2021 г.).

По г. Севастополю можно проследить более оптимистичную ситуацию в отношении прироста населения, чем в целом по Крыму. Наибольший темп роста прослеживаем в 2016 г. (104,33 %) и в 2017 г. (103 %). По стоянию на начало 2020 г. в сравнении с 2019 г. темп роста составил 101,34 %. Население города выросло официально с 2014 г. на 55834 жителей [11]. На начало текущего года прирост был максимальным за весь период, взятый для анализа (+14,25 %).

В целом, начиная с 2014 г., население полуострова можно охарактеризовать как сравнительно стабильное по численности. При этом, миграционные процессы, связанные с достаточно большим количеством переселенцев из других регионов России в Республику Крым и, соответственно, населением Крыма на материк, демонстрируют значительные колебания. 7772 человека выехало в 2014 г. и уже 40807 человек по итогам 2019 г. При этом въехали на полуостров с целью постоянного или длительного проживания в 2019 г. 49291 человек и 51251 человек – в 2020 г.

Миграционное движение населения определяется протекающими в регионе урабанизационными процессами, внешним притоком и оттоком населения, естественным приростом или убылью, уровнем государственной поддержки. Проанализируем каждое из перечисленных направлений касательно ситуации в Крыму [4]. Урбанизация сегодня играет значимую роль в формировании внутренних миграционных потоков определяет специализацию и направления развития региона. По рисунку 3 прослеживаем динамику доли городского населения в общей его структуре.



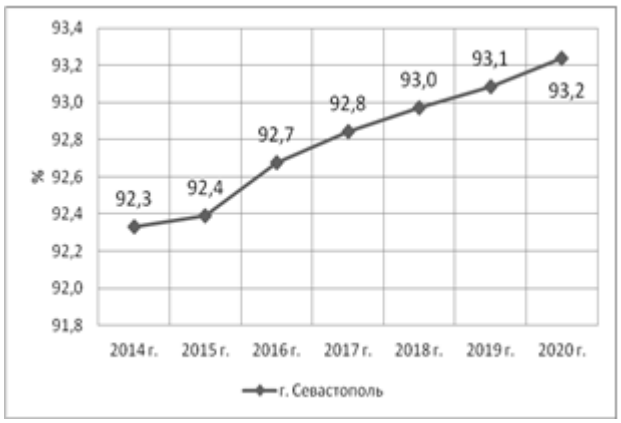


Рисунок 3 – Доля городского населения в общей структуре по Республике Крым и г. Севастополю в динамике (составлено по материалам [10])

В Республике Крым по структуре примерно одинаковая доля городского и сельского населения с постепенным незначительным смещением в сторону городского. То есть, нельзя говорить о ярко выраженной урбанизации: 50,7 % в 2014 г. и 51 % − в 2019 и 2020 гг. По г. Севастополю естественно преобладание городского населения (более 90 %), причем доля городского населения устойчиво растет: 92,3 % в 2014 г. и уже 93,2 % − по итогам прошлого 2020 г.

Естественный прирост населения измеряется с помощью коэффициента естественного прироста. Он рассчитывается как разность между количеством рожденных и умерших на тысячу жителей в течение одного года [1]. Естественный прирост населения может быть положительным или отрицательным. Во втором случае − происходит естественная убыль населения исследуемой территории [3]. Естественный прирост во многом находится под влиянием динамики в уровне социально – экономического развития региона, страны и выбранного курса государственной политики касательно стимулирования прироста населения.

Официальная статистика говорит о естественной убыли населения Крыма. Данная тенденция актуальна в последние годы для большинства регионов РФ. При этом, показатель отрицательного прироста по Республике Крым один из наиболее высоких в стране [6, с. 179]. В таблице 1 представлены данные, отражающие динамику естественного движения населения в Крыму.

Таблица 1 – Показатели динамики естественного движения населения в Республике Крым [11]

Год	Значение, человек		Значение на 1000 человек		Естественный прирост / убыль на 1000 населения
	родилось	умерло	родилось	умерло	
2016	22995	28932	12,1	15,2	-3,1
2017	20962	27546	11	14,4	-3,4
2018	20314	27051	10,6	14,2	-3,6
2019	19214	26823	10,1	14,4	-4,3
2020	18868	30620	9,9	16,1	-6,2

Устойчиво сокращается как показатель рождаемости на 1000 человек населения полуострова (12,1 человек в 2016 г. и 9,9 человек в 2020 г.), так и смертности (15,2 человека в 2016 г. и 14,4 – в 2019 г.) до 2020 г. Итог прошлого года: рост показателя до 16,1. При этом показатель смертности за весь рассмотренный период устойчиво превышает рождаемость и формирует естественную убыль. По итогам 2016 г. убыль населения в расчете на 1000 человек составила -3,1, а в 2019 г. уже -4,3 [11], в 2020 г. -6,2 чел./тыс. населения.

Что касается движения населения в результате действия миграционных процессов, то, несмотря на значительный ежегодный приток населения в Республику Крым, начиная с 2015 г., показатель миграционного прироста сокращается (рис. 4 и 5). Это обусловлено ростом оттока населения с полуострова.

Так, в 2014 г. въехали на постоянное место жительства 24161 человек при этом выехали официально 7772 человека. В 2016 г. данные показатели уже соответственно составили 42032 и 30941 человек. В 2019 г. прибыло на полуостров 49291 человек, при этом выехало 40807 человек [10].

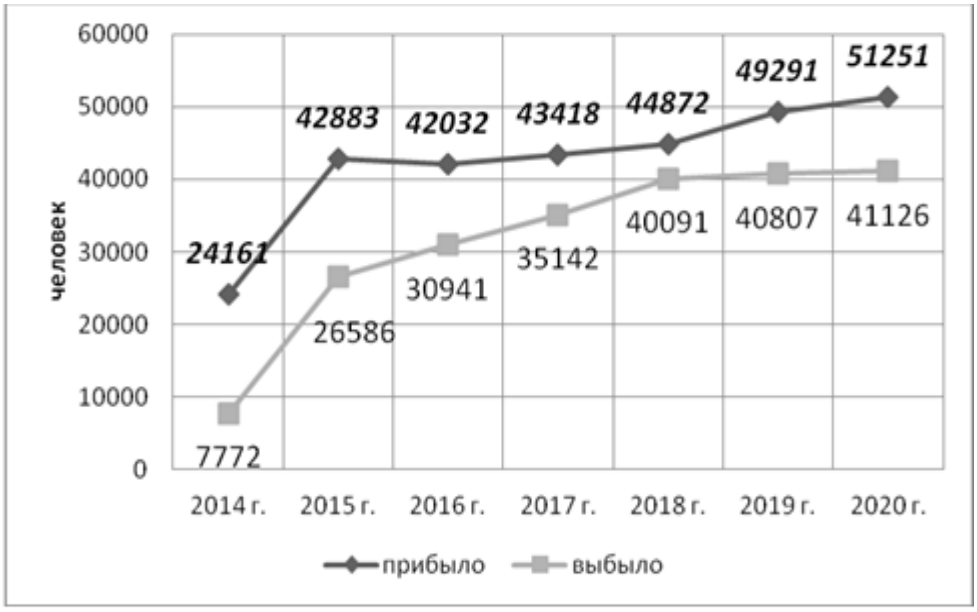


Рисунок 4 – Динамика миграционного потока по направлению миграции в Республике Крым за период с 2014 по 2020 гг.

Показатель миграционного прироста снизился с +13565 человек по Крыму и +16389 человек по Севастополю в 2014 г. до +7429 человек по Крыму и +8484 человек по Севастополю по итогам 2019 г., +7935 человек по Крыму и +10125 человек по Севастополю – в 2020 г. [11]

Рисунок 5 – Показатель миграционного прироста населения Республики Крым и г. Севастополь за период с 2014 по 2020 гг.

В таблице 2 приведены данные по миграции населения г. Севастополя. Тенденция роста прибывших мигрантов на постоянное место жительства или с целью осуществления трудовой деятельности и выехавших с полуострова устойчиво волнообразна. Если в 2014 г. въехало с целью смены постоянного места жительства 14402 человек, а выехало 837 человек, то в 2020 г. соотношение въехавших и выехавших уже составило, соответственно, 20704 и 12769 человек [12].

Более половины прибывших в г. Севастополь за весь анализируемый период – это переселенцы с других регионов РФ: 79 % в 2014 г., затем 56,2 % − в 2019 г. и 59,77 % − в 2020 г.

Таблица 2 – Данные по миграции населения г. Севастополя [10, 12]

Год / Значения по годам, чел.	Прибывших	Межрегиональная миграция	Выбывших	Миграционный прирост
2014	14402	11380	837	13565
2015	24865	13972	6982	17883
2016	22633	13417	9613	13020
2017	20205	12439	11472	8733
2018	21126	12827	13387	7739
2019	21399	12036	13970	7429
2020	20704	12374	12769	7935

Значимую роль в колебаниях динамики численности населения Республики Крым, как в сторону увеличения, так и в обратном направлении по всей совокупности причин (естественный прирост, миграционный прирост), играет реализуемая на региональном уровне с учетом федеральной поддержки социально-экономическая политика.

Ведется активная реализация в региональном масштабе национальных проектов РФ «Здравоохранение» и «Демография», а также федерального проекта «Финансовая поддержка семей при рождении детей», также осуществляется реализация «Стратегии социально-экономического развития г. Севастополя до 2030 года» и «Стратегии социально-экономического развития Республики Крым до 2030 года», разработанных и принятых в 2017 году. Это

обеспечивает рост уровня развития инфраструктуры полуострова, делая его более привлекательным по созданным условиям жизни и комфорту. Как следствие, происходит приток предпринимателей (преимущественно в туристский сектор) и мигрантов пенсионного возраста.

Принятие в 2014 г. нулевой квоты на мигрантов со статусом «беженец» обеспечило сокращение стремительного притока вынужденных переселенцев с территории восточных областей Украины на полуостров. С одной стороны, было ограничено число граждан, претендующих на соответствующие статусу льготы. С другой стороны, нелегальный приток мигрантов из Восточной части Украины, увеличил конкуренцию на рынке труда в Крыму, нагрузку на объекты социальной инфраструктуры, спрос на недвижимость.

Привлечение на работу мигрантов, не имеющих разрешений на трудовую деятельность, ведет к сокращению уровня оплаты труда и к дискриминации при приеме на работу граждан РФ, официально проживающих в Республике Крым. Как следствие уничтожаются стимулы для развития отраслей предпринимательского сектора при параллельном сокращении доходов населения Крыма и потребительского спроса [13].

Упрощенная форма получения гражданства РФ на территории Республики [8] определила резкий приток населения со всех областей Украины, а также ремиграцию части крымчан, не имевших ранее российского гражданства. Часть населения Крыма до 2014 г. в статусе «мигрантов» осуществляла трудовую деятельность в разных регионах РФ, и с 2014 г. начался масштабный приезд таких мигрантов на полуостров.

Возвращаясь к спросу на рынке недвижимости, прослеживаем следующую ситуацию. Начиная с 2014 г. Крым можно охарактеризовать устойчивым ростом уровня цен на недвижимость (+8 % за 2020 г.; +16 % с начала 2021 г. и +51,6 % за период с 2014 по 2020 г. [14]). Данная тенденция сокращает возможности расширения жилой площади для большинства семей, проживающих в Крыму. Это, в свою очередь, отражается на принятии решений

о количестве детей в семье и о возможности переезда в другой регион РФ. Одновременно увеличивается число желающих приобрести в собственность недвижимость в Крыму со стороны населения г. Москвы и Московской области. Данная категория участвует в формировании сезонной миграции: приобретение недвижимости с целью приезда в Крым для отдыха в летний период. Рост спроса на недвижимость со стороны жителей Северных регионов определяет будущий миграционный приток в Крым людей пенсионного возраста.

Номинальная средняя заработная плата по Крыму в 2020 г. составляла 33571 руб. Это всего 65,7 % от среднего уровня оплаты труда по РФ и 92,5 % – от ЮФО в целом. При этом, доходы населения полуострова в 2020 г. при официальном уровне инфляции в 105,2 %, сократились на 4 % [14]. По уровню покупательной способности Республика Крым заняла 76 место. Как следствие, причиной миграционного оттока, особенно среди молодых специалистов, из Крыма является недовольство снижением уровня жизни и покупательной способности. Одновременно на федеральном уровне реализуется политика ротации профессиональных кадров (военные, педагоги, бухгалтера, специалисты по налогам, медицинские работники). Это определяет двунаправленность вектора движения населения относительно Крыма.

Сложности выезда за границу с целью туризма и рекреации актуализировались в связи с введением санкций в отношении жителей полуострова в 2014 году. Проблемы с организацией туристских выездов, коснувшиеся всего населения РФ в связи с событиями, начавшимися в мире в 2020 г., обеспечивают приток туристов из всех регионов, то есть сезонную миграцию, а также миграционный приток рабочей силы в Республику Крым. Турпоток с 4,6 млн отдохнувших на полуострове в 2015 г. вырос до 6,3 млн чел. в 2020 г. [14].

И в завершении рассмотрим причину роста ремиграции. Данный процесс имеет место быть в связи с несоответствием фактической ситуации ожиданиям

переселенцев в Крым из других регионов РФ: завышенный уровень цен, недостаточно развитая инфраструктура, острая нехватка рабочих мест при параллельной недостаточности специалистов в ряде отраслей (медицина, образование, проектирование), низкий уровень покупательной способности при текущем уровне оплаты труда.

Выводы. По результатам проведенного анализа можно проследить следующую ситуацию. С 2014 г. государством через Федеральные программы развития Республики Крым и г. Севастополя постепенно решаются проблемы неразвитости инфраструктуры. Их решение повышает уровень привлекательности полуострова для таких категорий мигрантов как предприниматели, преимущественно туристско-рекреационной отрасли, и переселенцы пенсионного возраста. Значительный миграционный приток формируют специалисты отраслей, по которым существует острая нехватка предложения в Крыму, а также военнослужащие с семьями, обеспечивающие стратегическую безопасность южных рубежей РФ. Жители полуострова попадают под действие всех федеральных программ, стимулирующих рождаемость. Несмотря на действие всех перечисленных факторов, определяющих рост привлекательности Республики Крым, отсутствует устойчивая положительная динамика, позволяющая строить положительные прогнозы, касающиеся демографии в регионе.

Анализ статистических данных и факторов, влияющих на их изменения, показал, что миграционные процессы по Республике Крым могут быть охарактеризованы как имеющие неустойчивый характер. Несмотря на значительный приток переселенцев в Крым, ежегодно растёт число тех, кто в поисках лучших условий жизни, работы и по другим объективным причинам выезжает с полуострова в другие регионы РФ.

По итогам проведенного анализа миграционных потоков и миграционной ситуации в Республике Крым, факторы, влияющие на миграционные процессы можно разделить по характеру воздействия на две группы. Факторы,

определяющие миграционный отток населения из Республики Крым и г. Севастополя:

– сокращение покупательной способности населения из-за несоответствия уровня цен и оплаты труда при параллельной нехватке рабочих мест, аналогично имеет негативное влияние на естественный прирост населения;

– поток нелегальных мигрантов Крым, значительную часть которого составляют переселенцы из Украины, играет роль фактора стагнации экономического развития предпринимательской деятельности по всем отраслям и рынка труда в регионе;

– значительный приток мигрантов в Республику Крым приводит к усилению конкуренции за каждое рабочее место при учете того, что преимущество отдается переселенцам с других регионов. Как следствие, данный фактор ведет к возникновению объективных обстоятельств для переселения коренных жителей Крыма в другие регионы;

– активная политика ротации кадров отражается на всех сферах ввиду того, что вместе с военнослужащими выезжают из Крыма их семьи, члены которых были трудоустроены в отраслях инфраструктуры полуострова;

– увеличивается миграционный приток населения пенсионного возраста. Параллельно из-за низкого уровня оплаты труда и падающего уровня жизни, увеличивается число выезжающих с полуострова молодых специалистов;

– рост цен на недвижимость отражается на естественном приросте населения и ведет к переезду части крымского населения на материковую часть страны. Происходит ремиграция части мигрантов, прибывших в Крым после 2014 г. из-за невозможности приобретения собственного жилья и несоответствия фактического уровня жизни ожиданиям.

Факторы, определяющие миграционный приток населения в Республику Крым и г. Севастополь:

– активное развитие инфраструктуры на полуострове при ухудшении

ситуации с выездным туризмом определяет рост привлекательности Республики Крым для сезонных потоков мигрантов, то есть для туристов. Этот же фактор увеличивает привлекательность Крыма для предпринимателей туристского сектора, переселенцев из Северных регионов РФ;

– климатическая привлекательность региона для переселения жителей Северных регионов РФ, преимущественно пенсионного возраста при параллельном притоке специалистов для ликвидации дефицита работников в отдельных, социально значимых отраслях.

В результате, можно сделать заключение о том, что миграционная ситуация полуострова нестабильная. Она формируется под действием целого ряда факторов и требует реализации мер по стимулированию миграционного притока в регион специалистов. Анализ по ряду направлений позволил выделить следующие тенденции миграционных процессов в Республике Крым:

– усиление дисбаланса между количеством специалистов, обеспечивающих рынок труда и количеством населения пенсионного возраста;

– устойчивая естественная убыль населения из-за сокращения рождаемости, вызванного целым рядом факторов экономического порядка;

– рост потока ремигрантов из Крыма из-за несоответствия фактических условий жизни ожиданиям;

– рост стагнации рынка труда из-за большого притока нелегальных мигрантов и оттока молодых специалистов в другие регионы РФ;

– устойчивый рост сезонных миграционных потоков за счет туристского сектора и активное развитие туристкой инфраструктуры, создающей рабочие места;

– постепенный рост урбанизации региона определяет важность привлечения мигрантов в сельскую местность.

С учетом описанных тенденций, необходимо проводить коррекцию вектора развития полуострова, определенного в Стратегии развития Крыма и г. Севастополя до 2030 года. Выделенные в ходе анализа миграционной ситуации

тенденции ее развития, говорят о необходимости разработки и реализации комплекса мероприятий по стабилизации рынка труда, рынка недвижимости и по ужесточению борьбы с нелегальными мигрантами.

Список использованной литературы:

1. *Волох В.А. Суворова В.А., Афанасьева Е.В.* Государственная миграционная политика Российской Федерации. М.: Институт мировых цивилизаций, 2019. 200 с.
2. *Рыбаковский Л.Л.* Исследования миграции населения в России. М.: РАН, ИСПИ, 2000. 39 с.
3. *Потапенкова И.В.* Государственное управление в сфере миграции: сущность и особенности реализации // Вестник экономической безопасности. 2018. № 2. С. 228-231. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-migratsii-suschnost-i-osobennosti-realizatsii (дата обращения: 27.03.2021).
4. *Черняк А.В.* Миграционная политика: понятие и сущность // Современные научные исследования и инновации. 2016. № 6. Ч. 3. URL: http://web.snauka.ru/issues/2016/06/35281 (дата обращения: 27.03.2021).
5. *Абылкаликов С.И.,* Сушко *П.Е.* Роль миграции в формировании населения Крыма // Региональные исследования. 2017. № 2 (56). С. 55-62.
6. *Твердохлебова Н.И.* Социально-демографические проблемы развития Республики Крым // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2018. Т. 4 (70). № 3. С. 177-184.
7. О правовом положении иностранных граждан в Российской Федерации: федеральный закон № 115-ФЗ от 25.07.2002 г. URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37868/ (дата обращения: 27.03.2021).
8. Концепция государственной миграционной политики Российской Федерации на 2019-2025 годы: утв. Указом Президента РФ от 31.10.2018 г. № 622. URL: https://67.мвд.рф/folder/20530277 (дата обращения: 27.03.2021).
9. *Корчагина, К.А. Пестов Р.А.* Перспективы правового регулирования миграции РФ // Юристъ-Правоведъ. 2019. № 2 (89). С. 76-83. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-pravovogo-regulirovaniya-migratsii-v-rossiyskoy-federatsii (дата обращения: 27.03.2021).
10. Население // Управление федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. URL: https://crimea.gks.ru/folder/27537 (дата обращения: 27.03.2021).
11. Население Крыма по данным Росстат // Статистика и показатели: федеральные и региональные. URL: https://rosinfostat.ru/naselenie-kryma-po-dannym-rosstat/ (дата обращения: 27.03.2021).
12. Население Севастополя // Статистика и показатели: федеральные и региональные. URL: https://rosinfostat.ru/naselenie-sevastopolya/ (дата обращения: 27.03.2021).
13. Инвестиционный климат в Республике Крым // Инвестиционный портал Республики Крым. URL: https://invest-in-crimea.ru/invest-climate (дата обращения: 27.03.2021).
14. Управление Федеральной службы государственной статистики по Республике Крым и г. Севастополю. URL: https://crimea.gks.ru/ (дата обращения: 27.03.2021).

References:

1. Volokh V.A., Suvorova V.A., Afanasieva E.V. *Gosudarstvennaya migracionnaya politika Rossijskoj Federacii* [Russian Federation State Migration Policy]. Moscow, Institut mirovyh civilizacij Publ., 2019, 200 p. (In Russian).

2. Rybakovskij L.L. *Issledovaniya migracii naseleniya v Rossii* [Research on population migration in Russia]. Moscow, RAN, ISPI Publ., 2000, 39 p. (In Russian).
3. Potapenkova I.V. Gosudarstvennoe upravlenie v sfere migracii: sushhnost` i osobennosti realizacii [Public administration in the field of migration: the essence and features of implementation]. *Vestnik ekonomicheskoj bezopasnosti* [Bulletin of Economic Security], 2018, no. 2, pp. 228-231. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/ gosudarstvennoe-upravlenie-v-sfere-migratsii-suschnost-i-osobennosti-realizatsii (accessed 27.03.2021).
4. Chernyak A.V. Migracionnaya politika: ponyatie i sushhnost [Migration policy: concept and essence]. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i innovacii* [Modern scientific research and innovation], 2016, no. 6, vol. 3. (In Russian). Available at: http://web.snauka.ru/issues/2016/06/35281 (accessed 27.03.2021).
5. Aby`lkalikov S.I., Sushko P.E. Rol` migracii v formirovanii naseleniya Kryma [The role of migration in the formation of the Crimean population]. *Regionalnye issledovaniya* [Regional studies], 2017, no. 2 (56), pp. 55-62. (In Russian).
6. Tverdokhlebova N.I. Social`no-demograficheskie problemy razvitiya Respubliki Krym [Socio-demographic problems of the development of the Republic of Crimea]. *Uchenye zapiski Krymskogo federal`nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravlenie* [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Economics and Management], 2018, vol. 4 (70), no. 3, pp. 177-184. (In Russian).
7. Russian Federation. The Federal Law of the Russian Federation № 115-FZ of July 25, 2002, *O pravovom polozhenii inostrannyx grazhdan v Rossijskoj Federacii* [On the legal status of foreign citizens in the Russian Federation]. (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_37868/ (accessed 27.03.2021).
8. *Koncepciya gosudarstvennoj migracionnoj politiki Rossijskoj Federacii na 2019-2025 gody* [The concept of the State migration policy of the Russian Federation for 2019-2025]. (In Russian). Available at: https://67.мвд.рф/folder/20530277 (accessed 27.03.2021).
9. Korchagina K.A., Pestov R.A. Perspektivy pravovogo regulirovaniya migracii RF [Prospects of legal regulation of migration in the Russian Federation]. *Yurist-Pravoved* [Jurist], 2019, no. 2 (89), pp. 76-83. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/perspektivy-pravovogo-regulirovaniya-migratsii-v-rossiyskoy-federatsii (accessed 27.03.2021).
10. *Naselenie. Upravlenie federal`noj sluzhby gosudarstvennoj statistiki po Respublike Krym i g. Sevastopolyu* [Population. Department of the Federal State Statistics Service for the Republic of Crimea and Sevastopol]. (In Russian). Available at: https://crimea.gks.ru/folder/27537 (accessed 27.03.2021).
11. *Naselenie Kryma po dannym Rosstat. Statistika i pokazateli: federal'nye i regional'nye* [The population of the Crimea according to Rosstat. Statistics and indicators: federal and regional]. (In Russian). Available at: https://rosinfostat.ru/naselenie-kryma-po-dannym-rosstat/ (accessed 27.03.2021).
12. *Naselenie Sevastopolya. Statistika i pokazateli: federal'nye i regional'nye* [The population of Sevastopol. Statistics and indicators: federal and regional]. (In Russian). Available at: https://rosinfostat.ru/naselenie-sevastopolya/ (accessed 27.03.2021).
13. *Investicionny`j klimat v Respublike Krym. Investicionnyj portal Respubliki Krym* [Investment climate in the Republic of Crimea. Investment portal of the Republic of Crimea]. (In Russian). Available at: https:// invest-in-crimea.ru/support-climate (accessed 27.03.2021).
14. *Upravlenie Federal`noj sluzhby` gosudarstvennoj statistiki po Respublike Kry`m i g. Sevastopolyu* [Department of the Federal State Statistics Service for the Republic of Crimea and Sevastopol]. (In Russian). URL: https://crimea.gks.ru (accessed 27.03.2021).

Сведения об авторах / Information about authors

Гармашова Елена Петровна
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики предприятия
Севастопольский государственный университет
299053, Республика Крым, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
elena.chep@rambler.ru

Garmashova Elena Petrovna
Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of Economics of Enterprise
Sevastopol State University
299053, Republic of Crimea, Sevastopol, Universitetskaya st., 33
elena.chep@rambler.ru

Гагерова Анастасия Викторовна
магистрант 2-го курса направления подготовки «Экономика»
Севастопольский государственный университет
299053, Республика Крым, г. Севастополь, ул. Университетская, 33
vip_belochka@mail.ru

Gagerova Anastasiya Viktorovna
master's student of the 2nd year in the direction of training “Economics”
Sevastopol State University
299053, Republic of Crimea, Sevastopol, Universitetskaya st., 33
vip_belochka@mail.ru

УДК 331.08+658.3.07 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_253**

Меркушева М.В.

СОВРЕМЕННЫЕ АСПЕКТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ ПОДХОДОВ К ФОРМИРОВАНИЮ КАДРОВОЙ СТРАТЕГИИ

Аннотация. В статье рассматриваются актуальные вопросы, связанные с изменением подходов к разработке кадровой стратегии предприятия в современных экономических условиях. Представлен краткий анализ традиционных подходов к формированию кадровой стратегии и отражены их характерные особенности. Проанализированы формирующиеся тенденции в кадровом менеджменте, объективно обусловленные усиливающимся влиянием таких аспектов как цифровизация, социальная ориентация на персонал, усиливающимся технологическим влиянием четвертой промышленной революции, кардинально меняющей место и роль человеческого фактора в системе производственных отношений. В статье определены ключевые направления кадровой работы, требующие трансформации в современных условиях, и предложены изменения подходов к формированию кадровой стратегии с точки зрения ее содержательности и формирования новых функциональных ролей специалистов в сфере стратегического управления персоналом предприятия. Приводится практический опыт реализации преобразований кадрового менеджмента с учетом современных тенденций развития производства и общества.
Ключевые слова: кадровая стратегия, персонал, преобразования, опыт, управление персоналом.

Merkusheva M.V.

MODERN ASPECTS OF THE TRANSFORMATION OF APPROACHES TO THE FORMATION OF A HR STRATEGY

Abstract. The article discusses topical issues related to changing approaches to the development of a personnel strategy of an enterprise in modern economic conditions. A brief analysis of traditional approaches to the formation of a personnel strategy is presented and their characteristic features are reflected. The emerging trends in personnel management are analyzed, objectively due to the increasing influence of such aspects as digitalization, social orientation towards personnel, the increasing technological influence of the fourth industrial revolution, which radically changes the place and role of the human factor in the system of industrial relations. The article identifies the key areas of personnel work that require transformation in modern conditions, and proposes changes in approaches to the formation of a personnel strategy in terms of its content and the formation of new functional roles of specialists in the field of strategic personnel management of an enterprise. The practical experience of implementing the transformations of personnel management, taking into account modern trends in the development of production and society, is given.
Key words: personnel strategy, personnel, transformations, experience, personnel management.

Введение. Планирование и разработка кадровой стратегии – важная часть процесса управления персоналом. Важно, чтобы все процессы и инициативы управления персоналом разрабатывались как часть общей кадровой стратегии, которая согласована с организационной стратегией и целями предприятия и предназначена для помощи в их достижении.

Исследования, проведенные Бостонской консультативной группой совместно со Всемирной федерацией ассоциаций управления персоналом, показывает, что правильное управление персоналом как никогда важно для достижения конкурентного преимущества в современных условиях. Ключевые тенденции, формирующие управление персоналом на современном этапе, состоят в следующем.

1. Кадровые возможности соотносятся с экономическими показателями. Компании, которые имеют сильные позиции в сфере управления персоналом, такие как исключительные способности сотрудников (талант) и лидерство, высокую степень вовлечения сотрудников, управление корпоративной культурой; а также кадровую стратегию, планирование и аналитика – демонстрируют значительно лучшие финансовые показатели, чем слабые в этих областях компании.

2. Аналитика и ключевые показатели эффективности (КПЭ) служат основой построения переговоров по ключевым аспектам бизнеса. Специалисты в сфере управления персоналом, которые хотят участвовать в стратегических дискуссиях с бизнесом, должны иметь возможность количественно оценить производительность труда. Это выходит за рамки «входных» показателей, таких как стоимость и количество сотрудников, в сторону более сложных «выходных» показателей, таких как производительность. Даже многие высокопроизводительные организации, которые, как правило, используют больше данных, не используют свои КПЭ систематически для формулирования стратегических действий. Четкая расстановка приоритетов и выбор КПЭ и инструментов необходимы для достижения наилучших результатов. Ключевые показатели эффективности должны быть связаны со стратегическими действиями. Производительность сотрудников играет огромную роль в определении успеха компании, и компании должны убедиться, что они предоставляют сотрудникам все возможности для повышения их производительности. Эффективные кадровые стратегии могут помочь бизнесу

значительно повысить производительность труда сотрудников, поскольку эффективная кадровая стратегия имеет очевидную и целенаправленную тактику.

3. Изменение роли и функционала самих кадровых служб на предприятии. Отдел кадров имеет много функций и обязанностей: его работники несут ответственность за привлечение лучших специалистов и повышение уровня удовлетворения условиями и оплатой труда нынешних сотрудников. Отдел кадров может разрабатывать планы обучения и создания приятной рабочей обстановки. Кадровые службы должны помогать в разрешении конфликтов и организовывать общее функционирование компании. Отдел кадров работает с работниками, разбирается с их проблемами и представляет их потребности менеджерам. Идеальная кадровая стратегия необходима для эффективного выполнения всех этих задач.

4. Стратегия управления персоналом должна быть нацелена на достижение долгосрочных целей компании и находиться в тесной взаимосвязи с ними и средствами их достижения.

5. Изменение ключевых подходов к организации трудовых процессов в связи с коренными преобразованиями в промышленно-технологическом, информационном и аналитическом сегментах, получивших в литературе определение как четвертой промышленной революции.

Цель исследования состоит в анализе изменений в сфере кадрового управления, которые обусловлены трансформацией подходов к организации деятельности персонала предприятий в условиях технологически меняющейся производственной среды и системы профессиональных и социальных ценностей работников и определении направлений развития стратегического кадрового менеджмента, формирования новых ролей специалистов кадровых служб.

Материалы и методы исследования. Традиционно формирование кадровых стратегий последних десятилетий основывалось на использовании

следующих подходов.

1. Высокоэффективное управление

Высокоэффективное управление или высокопроизводительная работа нацелены на то, чтобы повлиять на производительность организации в таких областях, как производство, качество, уровень обслуживания клиентов, рост и прибыль. Практика высокоэффективного управления включает строгие процедуры найма и отбора, обширное и соответствующее обучение, мероприятия по развитию менеджмента, системы поощрительных выплат и процессы управления эффективностью. Эти методы часто называют «высокопроизводительными рабочими системами» (HPWS), которые включают методы, способствующие вовлечению сотрудников, повышению квалификации и мотивации. Их также определяют как практики высокоэффективной организации труда, которые состоят из трудовых практик, инвестирующих в навыки и способности сотрудников, проектируют работу таким образом, чтобы позволить работникам сотрудничать в решении проблем и создавать стимулы для мотивации к использованию своих усилий. Этот термин используется чаще, чем управление с высокой степенью приверженности или управление с высокой степенью вовлеченности, хотя между этими подходами и HPWS есть определенная степень совпадения, а термины «высокая эффективность» и «высокая приверженность» иногда используются как синонимы [1, 2].

2. Управление с высокой степенью приверженности

Одной из определяющих характеристик управления персоналом является акцент на важности усиления взаимных обязательств между работником и компанией. Управление с высокой степенью приверженности было описано в литературе как форма управления, направленная на выявление приверженности, так что поведение в первую очередь саморегулируется, а не контролируется санкциями и давлением, внешними по отношению к человеку, а отношения внутри организации основаны на высоком уровне доверия. Следующие определения расширяют эти утверждения [1, 2].

Управление с высокой степенью приверженности обычно характеризуется как влекущее за собой:

а) определенную ориентацию со стороны работодателей на своих сотрудников, основанную на лежащей в основе концепции о них как о активах, которые необходимо развивать, а не как о доступных факторах производства;

б) комбинированное использование определенных кадровых практик, таких как изменение структуры труда, гибкость труда, формирование групп по решению проблем, работа в команде и минимальные различия в статусе.

Подходы к достижению высокой приверженности подразумевают:

- развитие карьерной лестницы и упор на обучаемость и приверженность как высоко ценимые характеристики сотрудников на всех уровнях в организации;

- высокий уровень функциональной гибкости с отказом от потенциально жестких должностных инструкций;

- сокращение иерархий и существенное сокращение разницы в статусах;

- сильная зависимость от структуры команды для распространения информации (брифинг команды), структурирования работы (работа в команде) и решения проблем (кружки качества);

- дизайн рабочих мест как то, что руководство сознательно делает для создания рабочих мест, которые приносят существенное внутреннее удовлетворение;

- политика отказа от принудительных увольнений и постоянных гарантий занятости с возможным использованием временных работников для смягчения колебаний спроса на рабочую силу;

- новые формы оценки и системы оплаты и, более конкретно, вознаграждение по заслугам и распределение прибыли;

- высокая вовлеченность сотрудников в управление качеством.

В некоторых случаях высокопроизводительные методы труда называют «практикой высокой приверженности» или «высокой степенью

вовлеченности». В последнее время их стали называть «высокоэффективными организациями» или методами работы с «высокой степенью вовлеченности».

3. Высокая вовлеченность в управление

Согласно определению Бенсона: «Практика работы с высокой вовлеченностью – это особый набор методов работы с человеческими ресурсами, которые сосредоточены на принятии решений сотрудниками, полномочиях, доступе к информации, обучении и стимулах». Термин «высокая вовлеченность» был использован Лоулером для описания систем управления, основанных на приверженности и вовлеченности, в отличие от старой бюрократической модели, основанной на контроле. Основная гипотеза состоит в том, что сотрудники увеличат свое участие в компании, если им будет предоставлена возможность контролировать и понимать свою работу.

Утверждалось, что практики с высокой вовлеченностью работают хорошо, потому что они действуют как синергия и имеют мультипликативный эффект. Этот подход предполагает отношение к сотрудникам как к партнерам на предприятии, чьи интересы уважаются и которые имеют право голоса по волнующим их вопросам. Это связано с общением и участием. Цель состоит в том, чтобы создать атмосферу, в которой происходит постоянный диалог между менеджерами и членами их команд с целью определения ожиданий и обмена информацией о миссии, ценностях и целях организации. Это устанавливает взаимное понимание того, что должно быть достигнуто, и формирует основу для управления и развития персонала, чтобы гарантировать, что поставленные цели будут достигнуты [3].

Подходы, включенные в систему с высокой степенью вовлеченности, иногда выходили за рамки этой первоначальной концепции. Например, высокоэффективные подходы обычно включают соответствующие системы обучения и поощрительной оплаты. Сунг и Эштон рассматривают подходы высокой вовлеченности как одну из трех широких областей высокоэффективной системы труда (две другие – это методы работы с

человеческими ресурсами и практики вознаграждения и приверженности) [1].

Обобщая существующие теоретические аспекты формирования эффективной кадровой стратегии в рамках традиционных подходов можно выделить следующие критерии ее оценки:

– Направлена на удовлетворение потребностей бизнеса;

– Основана на подробном анализе и изучении, а не только на принятии желаемого за действительное;

– Достаточно легко трансформируется в конкретные действенные программы, которые предвосхищают требования и проблемы реализации;

– Достаточно согласована и интегрирована, состоит из компонентов, которые сочетаются и взаимно дополняют друг друга, потенцируя экономический эффект;

– В полной мере учитывает потребности линейных руководителей и сотрудников в целом, а также потребности организации и других заинтересованных сторон [1].

Результаты исследования и их обсуждение. Происходящие активные трансформации, объективно обусловленные постоянной автоматизацией традиционных производственных и промышленных практик с использованием современных интеллектуальных технологий, а также широкомасштабная межмашинная связь и искусственный интеллект, интегрированные для повышения автоматизации, улучшения связи и самоконтроля, увеличение интеллектуальных машин, которые могут анализировать и диагностировать проблемы без необходимости вмешательства человека – все это требует пересмотра подходов к формированию кадровых стратегий и ключевых инструментов их реализации для обеспечения устойчивого и эффективного развития.

Происходящие изменения стирают границы между людьми и технологиями, объединяя физический, цифровой и биологический миры. Воздействие этих изменений на занятость и производственные

организационные процессы, затронет все сферы экономики и общества. Цифровая революция – это революция человечества. Хотя новые технологии являются движущей силой Четвертой промышленной революции, в конечном итоге именно люди воплощают ее в жизнь в бизнесе [4].

В формирующихся новых реалиях компании и их руководители должны сместить свой взгляд в вопросах управления персоналом с административной функции на те, которые:

- определяет бизнес-результаты за счет инноваций, творчества, стабильности и гибкости кадров;

- поддерживают связь между компанией и обществом;

- влияют на положительные социальные результаты в эпоху преобразований и трансформаций;

- способствуют развитию организационной культуры;

- находятся в авангарде внедрения технологий в стремлении к интеграции и эффективности [5].

Руководители отдела кадров все больше нуждаться в развитии навыков, связанных с аналитикой данных, освоением и оказанием помощи другим в понимании технологий, системного мышления, понимания новой области картирования рабочих мест, навыков и задач, а также стратегического управления персоналом.

Анализ современных тенденций в стратегическом кадровом управлении позволяет выделить следующие ключевые направления, которые выступают определенными драйверами (направлениями развития), обеспечивающими эффективную трансформацию систем управления персоналом к новым организационно-техническим, производственным и информационным условиям. Они формируют основу бизнес-стратегии, ориентированной на будущее, и создают руководящие принципы для руководства [6].

1. Развитие новых лидерских качеств, которые сопряжены с внедрением новых лидерских подходов относительно организационной культуры и

формирования инновационных кадровых стратегий для будущей деятельности.

Традиционная модель централизованного управления становится малоэффективной. Наборы навыков, необходимые лидерам для управления новой организацией, достаточно сильно изменились. В сегодняшней сложной бизнес-среде руководство должно быть целенаправленно (точечно сконцентрировано на достижении определенной цели или задачи) и обеспечивать широкое использование инструментов технологии, культуры, процессов и структуры.

Технологии должны обеспечивать общее видение бизнеса.

Внедрение ряда технологических инструментов ради внедрения новейших достижений сопряжено с риском перегрузки персонала. Готовность сотрудников принять изменения в технологии имеет важное значение для способности руководителей использовать эти знания для обоснования своей стратегии развития.

Организация становится центром сетевых команд и талантов, которые объединяются и развиваются. Современная организация уже трансформировалась и отошла от в основном статичных иерархических конструкций к командным системам. Адаптивность лидерства приобретает решающее значение.

Обеспечение гибкости организационного управления и стимулирование внедрения инновационных подходов достигается за счет того, что полномочия по принятию решений распределяются между командами из центра. Переход к современной организации требует сдвига в организационной культуре, обусловленного перераспределением механизмов управления. Культура - это ДНК организации. Она устанавливает средства контроля, политики и негласные руководящие принципы, которые направляют организацию к ее целям, удовлетворяя потребности заинтересованных сторон. В современном понимании стратегического управления персоналом организационная (корпоративная) культура становится основой новой организационной

структуры.

Новые гибкие и альтернативные методы работы создают все более безграничную организацию, что, в свою очередь, требует новых механизмов для объединения команд. Культура является основой любой организации и мощным механизмом, позволяющим согласовать разнообразие и уникальность кадров с потребностями бизнеса. Она действует как способ сплочения сотрудников и выработки единого подхода к работе на основе общих моделей поведения и отношения. Руководители и кадровые специалисты должны работать вместе, чтобы совместно создавать желаемую культуру и впоследствии развивать ее по мере организационных изменений. Желаемая культура любой организации должна проникать во все ее формальные и неформальные процессы, развиваться по мере реализации стратегии и оставаться гибкой в соответствии с требованиями бизнеса.

Руководители становятся организаторами гибкой рабочей силы, объединяя необходимые навыки, талант и опыт для создания ценностей. Развитие лидерских качеств в данном контексте потребует от руководителей по персоналу перехода от их традиционной реактивной модели лидерства, основанной на координации и контроле, к модели лидерства, основанной на целях и ценностях, которая является адаптивной, гибкой и ориентированной на построение организационной культуры и расширение прав и возможностей персонала будущего.

Темпы изменения технологий и политические, экономические и социальные факторы, влияющие на бизнес-решения, требуют, чтобы бизнес-лидеры руководствовались ценностями и миссиями организации в меняющейся среде.

Новые источники данных в сочетании с новыми методами использования существующих данных обеспечивают предприятиям глубину и динамизм в принятии решений, которых раньше не было. Комбинация людей и бизнес-данных особенно полезна для получения информации о развитии организации.

Примером может служить использование недавно представленных инструментов управления персоналом, таких как платформы для сопоставления навыков с работой в режиме реального времени и прогнозирования будущих потребностей в навыках, нацеливания на обучение и подбор персонала с использованием искусственного интеллекта для повышения эффективности и уменьшения предвзятости. Однако существующие проблемы, связанные с инфраструктурой, отсутствием управления данными и быстротой использования данных, усложняют эту задачу [7].

Описанные изменения объективно формируют и появление новых функциональных ролей кадровых специалистов:

- «Культурный посол». Культурные послы сотрудничают с бизнес-лидерами, чтобы создавать, развивать и внедрять культуру. Они способствуют переменам, используя коммуникации для преодоления разрыва между разными поколениями, альтернативные источники труда и разные точки зрения на рабочем месте;

- «Руководитель отдела цифровых кадров». Они отслеживают новые технологии управления персоналом, а также находят наиболее подходящих поставщиков технологий и платформ для организации и сотрудничают с ними. Целью их деятельности является использование HR-технологий для оптимизации процессов и создания положительного опыта для персонала, одновременно снижая риски и возможные негативные последствия.

2. Управление интеграцией технологий на рабочих местах

Новая сфера ответственности кадровых служб – это сотрудничество с руководителями высшего звена для достижения оптимального сочетания кадровых ресурсов и процессов автоматизации, для обеспечения положительного влияния на трудовые отношения в будущем.

Ответственность за новые кадровые стратегии заключается в разработке оптимального решения для баланса между людьми и машинами. Согласно отчету Форума о будущем рабочих мест за 2018 год, «человеческая» доля

рабочих часов снизится с 71 % до 58 % к 2025 году, и почти 50 % компаний ожидают, что автоматизация приведет к сокращению штата сотрудников, занятых полный рабочий день, к 2022 году. И частный, и государственный секторы сталкиваются с растущими темпами внедрения новых технологий. Человеческий труд одновременно заменяется, дополняется и трансформируется. По мере того, как меняется структура занятости, социально-экономическое положение людей также меняется, и растет чувство неопределенности [8-10].

Роль кадровых служб в будущем должна заключаться в партнерстве с руководством для создания и реализации стратегии, которая является синергетической между бизнесом и персоналом. Сложность усугубляется альтернативными моделями занятости, уступающими место новым отношениям между работником и работодателем. Мировая статистика занятости свидетельствует о том, что каждый седьмой работник работает не по найму, а каждый девятый сотрудник работает по временному контракту. Увеличение числа временных работников изначально обещало снижение затрат и гибкость для увеличения и уменьшения численности персонала. В то же время растущий размер внешней рабочей силы, спрос на новые навыки и темпы трансформации, обусловленные технологиями, меняют то, как организации видят и управляют ценностями, которые приносят альтернативные занятости. В 2017 году 13 % компаний в Северной Америке использовали онлайн-платформы для набора персонала, а еще 21 % рассматривали возможность использования таких платформ в течение следующих двух лет (по сравнению с 3 % и 1 %, соответственно, всего пятью годами ранее). Изменяющийся характер занятости требует, чтобы лидеры отошли от своей традиционной модели, сосредоточенной на сокращении штатов и автоматизации трудовых процессов, работая в рамках организационных «стен». Вместо этого им следует сосредоточиться на переподготовке, перераспределении и обновлении рабочих мест, работая в системе с проницаемыми границами.

Планирование кадровой работы и подбор персонала на будущее должны учитывать различные типы занятости, навыки и скорость смены рабочих мест. Это, в свою очередь, повлияет на организацию и оплату труда. В условиях традиционных подходов занятость определяется количеством рабочих мест, одновременно организованных в определенном пространстве и обеспечивающих выполнение трудовых функций. Организация является замкнутой, обособленной, изолированной и имеет жесткую форму. Пакет вознаграждений является постоянным, согласованным и использует традиционные элементы (деньги, часы, условия работы и т. д.). На основании новых подходов работа деконструируется в задачи, рассредоточена во времени и пространстве и осуществляется через множество виртуальных и рыночных отношений, отличных от традиционной занятости. Организация проницаема, взаимосвязана, основана на сотрудничестве и может меняться по форме. Вознаграждение непостоянно, определяется индивидуально и включает разные элементы (репутация, миссия, переподготовка / повышение квалификации и т. д.).

В условиях, когда автоматизация ускоряет и все больше меняет требования к навыкам, потребность в постоянной переподготовке становится наиболее актуальной. Это может быть достигнуто за счет следующих четырех последовательно связанных действий:

- проведение декомпозиции (разделение задания на отдельные структурные элементы);

- переоценка (оценка лучшего способа автоматизации задач и повторное их объединение с помощью альтернативных средств (технологии и / или решения для автоматизации, связанные с человеком);

- оптимизация работы и восстановление рабочих мест (оцените действия в совокупности и преобразуйте их в новые рабочие места там, где это имеет смысл, принимая во внимание: новые средства выполнения работы и то, что требуется для нового распределения работы между персоналом и

технологиями);

- переподготовка кадров (определение навыков, необходимых для будущей версии занятости, и направления перераспределения работников, занятость которых трансформируется в следствии автоматизации).

Особое внимание в рамках данного направления разработки кадровой стратегии следует уделить минимизации негативных последствий автоматизации применительно к высвобождаемому персоналу. Автоматизация либо заменит, либо расширит, либо преобразует трудовые функции, и, следовательно, возникнет необходимость в переподготовке и повышении квалификации персонала. Множество мер может быть предпринято одновременно или частично, чтобы обеспечить постоянную актуальность квалификационных характеристик персонала перед лицом этих изменений, и их не следует рассматривать отдельно друг от друга. На протяжении всех технологических трансформаций следует учитывать все заинтересованные стороны, включая руководителей, менеджеров, сотрудников, профсоюзы и непосредственно рабочих. Одним из важнейших примеров является открытое общение и совместное создание рабочих мест с заинтересованными сторонами.

Важным аспектом кадровой работы в контексте технологических изменений является использование различные методов поиска персонала с необходимыми профессиональными навыками. Персонал – это конкурентное преимущество для бизнеса, а его развитие – это затраты. Однако потеря кадров – это не только потеря специалистов, но и модели поведения, которая в дополнение к культурному соответствию стимулировала трудовую деятельность и создание ценностей [11-14].

По мере того как все чаще используются альтернативные методы занятости в сочетании с нехваткой новых навыков, необходимо изменить то, как компании рассматривают свою рабочую силу и управляют ею. Руководители должны учитывать весь персонал (сотрудников, независимых подрядчиков) в своей кадровой стратегии и расширять свое видение на то,

какие навыки и возможности имеются у «внешней рабочей силы», не упуская из вида при этом уровень затрат на их привлечение. Использование внешних сотрудников дает доступ не только к навыкам, необходимым для достижения стратегических бизнес-целей, но также может принести разнообразие опыта и навыков, которые могут быть переданы внутри компании и будут способствовать развитию организационной культуры. По мере того, как цифровая экономика продолжает расти, компании также все чаще используют платформы цифрового труда для привлечения специалистов в рамках условной онлайн-работы, а также для выполнения «микрозадач». Использование платформ цифрового труда, на которых работа выполняется онлайн, а не лично, открывает для компаний широкие возможности. Хотя общий объем занятости остается небольшим по сравнению с традиционными схемами формирования структуры персонала (такими как привлечение временных работников на месте посредством помощи кадровых агентств), ожидается, что рост будет достаточно быстрым.

На практике реализация данного направления в системе стратегического кадрового планирования приведет к формированию таких новых кадровых функций в системе стратегического управления персоналом как:

- специалист отдела инновационной деятельности и переподготовки кадров, чьей основной задачей станет сопоставление профессионально-квалификационных навыков текущей рабочей силы, переоценка рабочих мест и определение необходимых навыков в будущем с учетом технологической оптимизации выполнения работы;

- специалист отдела актуальности и целей стремится постоянно согласовывать интересы организации с интересами ее сообществ и других заинтересованных сторон с помощью технологий, культуры и процессов. Он работает в тесном сотрудничестве с органами власти и научными кругами для достижения оптимального сочетания технологий и людей и обеспечения желаемого воздействия на общество.

3. Повышение опыта сотрудников

Опыт сотрудников как показатель при оценке вовлеченности персонала все чаще рассматривается как способ достижения долгосрочного успеха. Согласно исследованию, проведенному в 120 организациях, те, у кого есть опыт высокопроизводительных сотрудников, превосходят среднюю по отрасли рентабельность активов на 2%, рентабельность собственного капитала на 3% и маржу валовой прибыли на 12%. В среднесрочной перспективе они опережают средний трехлетний рост выручки по сектору на 4% и трехлетнее изменение валовой прибыли на 4%. Таким образом, опыт высокоэффективных сотрудников предопределяет объективные факторы роста финансовых результатов в краткосрочной и среднесрочной перспективе.

На качество работы сотрудников влияют автоматизация и цифровизация, что вынуждает организации гибко управлять занятостью с оптимальным сочетанием постоянных сотрудников, сотрудников, привлекаемых на временной основе, и технологий. Организации все чаще рассматриваются сотрудниками, клиентами и обществом в целом как управляющие социальной ответственностью. В этом контексте традиционная динамика отношений между руководителем и сотрудником, которая фокусируется на вознаграждениях и базовой поддержке, больше не подходит для этой цели.

Отдел кадров должен расширить свое представление об опыте сотрудников до более широкого, более целостного способа определения, измерения и определения опыта сотрудников посредством использования следующих индикаторов:

1) связь с коллегами и доверие к руководству;

2) возможности индивидуального роста и вознаграждения;

3) значимость работы, которая согласуется с ценностями сотрудников и способствует достижению более высокой цели;

4) деятельность в среде, поддерживающей производительность и результативность.

Остаются вопросы о том, кто несет ответственность за систему социальной защиты сотрудников при альтернативных моделях занятости. Как правило, им не предлагается такой же уровень социального обеспечения, как штатным сотрудникам, но он так же важен для их здоровья и благополучия в долгосрочной перспективе. Важно, чтобы кадровые стратегии учитывали эти более широкие социальные вопросы, поскольку те, кто их реализует, ищут оптимальное решение для выполнения работы внутри организации.

Ключевыми аспектами деятельности, требующими внимания в контексте данного направления, являются переосмысление руководством места сотрудника в системе организации. Исторически прослеживалась связь персонала с бизнес-стратегией. Теперь цель - это действия лидеров, которые придают смысл деятельности и вдохновляют сотрудников на будущее развитие компании. Повышается внимание к социальным аспектам и уровню приверженности к организации [12, 13].

Стратегическим приоритетом кадровой составляющей мировых ведущих компаний становится переосмысление необходимости реализации более надежной комплексной стратегии обеспечения благополучия сотрудников и инвестирования в программы в областях физического, эмоционального, финансового и / или социального благополучия работников. Они встраиваются в общую цель организации. Аналитика включает измерение уровня стресса сотрудников (и его влияния на расходы на здравоохранение), продуктивности и вовлеченности персонала в разработку и реализацию стратегических решений в отношение эффективности менеджеров и развития корпоративной культуры, эмоционального благополучия [14].

Повышение производственной гибкости и адаптивности объективно привело к формированию гибких и адаптивных систем производственной занятости, но мотивационные аспекты с позиции обеспечения гибкости еще не нашли достаточно большой сферы применения. Крупные компании, столкнувшись с большим разбросом возрастных границ, разнообразием

обстоятельств и ожиданий каждого сотрудника от систем мотивации пересматривают свои подходы к оплате, поддержке и стимулированию труда формируя более гибкие системы включающие льготы, развитие карьеры, мобильные устройства, софинансирование и транспортное обеспечение.

Специалисты по персоналу играют жизненно важную роль в определении, оценке и формировании потенциала сотрудников. Исторически сложилось так, что потенциал сотрудников измерялся через регулярные промежутки времени либо ежегодно посредством структурированных процессов опроса и в основном ориентировался на оценку вовлеченности. Однако этот подход больше не соответствует стратегическим целям развития в эпоху цифровизации и интеллектуализации трудовых и производственных процессов. Важность потенциала сотрудников и критическая роль, которую он играет в реализации бизнес-модели, требует более частых альтернативных измерений и подлинного партнерства с руководством. Использование новых методов и цифровых инструментов дает возможность получать информацию в режиме реального времени, строить планы снижения рисков, создавать планы развития и, при необходимости, ориентироваться на определенные демографические группы работников. Однако компаниям следует избегать подхода «включай и работай», поскольку существует риск перенасыщения персонала цифровыми инструментами. Хотя они разработаны, чтобы быть простыми и понятными, введение нескольких простых в использовании инструментов вызывает утомление, и сотрудники могут чувствовать себя перегруженными. Рассмотренные особенности учета опыта и потенциала работника в контексте разработки стратегии персонала формируют объективную необходимость выделения такой функции как оценка потенциала работника, которая фокусируется на всех точках соприкосновения в жизненном цикле «работник-компания», включая управление производительностью, вознаграждение, льготы и обучение через призму опыта и потенциала сотрудников [15].

Отдельные элементы описанных трансформационных процессов в сфере стратегического управления персоналом можно увидеть в деятельности таких признанных мировых лидеров как MTN Group, Haier, Saudi Aramco.

Например, верная своей отрасли, CISCO разработала собственную HR-технологию, которая помогает руководствоваться стратегией и лучше удовлетворять потребности бизнеса. Облако талантов CISCO – это, по сути, внутренняя CRM-система, которая дает менеджерам прозрачность в навыках и опыте более чем 70 000 сотрудников компании. Кроме того, он дает самим сотрудникам инструменты и идеи, необходимые для проявления инициативы и продвижения по карьерной лестнице. Такой подход позволяет менеджерам собрать нужную команду, которая им нужна для завершения конкретного проекта, а сотрудникам - возможность учиться, работая над проектом, который помогает им достичь определенной цели. Старшие менеджеры также могут в режиме реального времени получать доступ к информации о работе команды, о том, как они добиваются результатов, о приоритетах и уровнях вовлеченности. Они называют это «универсальным» опытом, и, похоже, это работает. CISCO занимает первое место в рейтинге «100 лучших компаний для работы» по версии журнала Fortune и может привлекать лучших специалистов для достижения бизнес-целей [16].

Nissan – еще одна ведущая компания, демонстрирующая эффективный кадровый менеджмент. Компания объединила японские технологии производства с производительностью британцев. Это называется кайдзен, и он дает работникам достаточно возможностей и пространства для улучшения своей работы. Сотрудников нанимают на основе их стремления и таланта, а затем поощряют к дальнейшему повышению их квалификации и даже к соревнованиям за разработку лучших инноваций. В Nissan нет скрытых зарплат, и работникам хорошо платят. Лидеры создают свои собственные команды, которые, по их мнению, являются лучшими для того, чем им поручено заниматься, с мыслью, что такая практика способствует более

высокой вовлеченности и производительности сотрудников. Такой подход имел большой успех для Nissan. При этом на первое место ставятся работники, при этом тесно интегрируются как потребности персонала, так и цели компании [5].

Выводы. Проведенное исследование позволяет утверждать, что смена технологического уклада выступает одним из ключевых факторов к переосмыслению подходов к стратегическому кадровому менеджменту, так как коренным образом меняется место, роль, функции персонала в производственном процессе, что объективно приводит к необходимости пересмотра подходов, составляющих основу стратегического кадрового управления, появлению новых функциональных сфер, ранее не отраженных и не проработанных в системе управления персоналом.

Список использованной литературы:

1. *Армстронг М., Тейлор С.* Практика управления человеческими ресурсами: учебник / пер. с англ. И. Малкова. СПб.: Питер, 2018. 1038 с.
2. *Клюева М.В.* Кадровая стратегия в управлении персоналом. Сущность и содержание кадрового планирования // Управленческие науки в современном мире: Сборник студенческих работ VII Международной научно-практической конференции, Москва, 13-15 ноября 2019 года. М.: Издательский дом «Реальная экономика», 2019. С. 166-169.
3. Ограничения концепции стратегического управления человеческими ресурсами. URL: https://uchebnik.online/upravlenie-personalom-uch/ogranicheniya-kontseptsii-strategicheskogo-28545.html (дата обращения: 20.06.2021).
4. *Десятко Д.Н., Рапгоф В.Б., Лушкин А.Ю.* Технологические изменения и новые тренды занятости // Известия СПбГЭУ. 2020. № 4 (124). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-izmeneniya-i-novye-trendy-zanyatosti (дата обращения: 20.06.2021).
5. 5 Steps for Developing and Implementing an Effective HR Strategy in 2021. URL: https://www.talentsoft.com/resource/5-steps-for-developing-and-implementing-an-effective-hr-strategy-in-2021/ (дата обращения: 20.06.2021).
6. *Wood S., De Menezes L.M.* High Commitment Management in the U.K.: Evidence from the Workplace Industrial Relations Survey, and Employers' Manpower and Skills Practices Survey. URL: https://www.researchgate.net/publication/251185143_High_Commitment_Management_in_the_UK_Evidence_from_the_Workplace_Industrial_Relations_Survey_and_Employers'_Manpower_and_Skills_Practices_Survey (дата обращения: 20.06.2021).
7. *Bourke J.* Which two heads are better than one? How diverse teams create breakthrough ideas and make smarter decisions. Deloitte and Australian Institute of Company Directors, 2016. URL: https://aicd.companydirectors.com.au/-/media/cd2/resources/director-resources/book-store/pdf/which-two-heads.ashx (дата обращения: 20.06.2021).
8. Willis Towers Watson. Employee experience and what it means for your listening strategy. URL: https://www.willistowerswatson.com/en-ID/Insights/2019/07/sustainably-engaged-employee-experience (дата обращения: 20.06.2021).
9. Willis Towers Watson. 2019 Pathways to digital enablement survey findings. URL:

https://www.willistowerswatson.com/en-US/Insights/2019/07/2019-pathways-to-digital-enablement-survey-findings (дата обращения: 20.06.2021).
10. HR People and Strategy & Willis Towers Watson. The Future Chief People Officer: Imagine. Invent. Ignite. URL: https://www.willistowerswatson.com/en-US/Insights/2020/01/the-future-chief-people-officer-imagine-invent-ignite (дата обращения: 20.06.2021).
11. Leading the social enterprise: Reinvent with a human focus. 2019 Global Human Capital Trends, Deloitte Insight. URL: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/human-capital-trends/2019-interactive.html (дата обращения: 20.06.2021).
12. Building a learning culture that drives business forward. URL: https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-accelerate/our-insights/building-a-learning-culture-that-drives-business-forward (дата обращения: 20.06.2021).
13. *Brown, Gosling, Sethi* (et al.) Workforce of the future: The competing forces shaping 2030. Pwc, 2018. URL: https://www.pwc.com/gx/en/services/people-organisation/workforce-of-the-future/workforce-of-the-future-the-competing-forces-shaping-2030-pwc.pdf (дата обращения: 20.06.2021).
14. Organization for Economic Co-operation & Development (OECD) Employment Outlook 2019. URL: https://www.oecd.org/employment-outlook/2019 (дата обращения: 20.06.2021).
15. External Workforce Insights 2018. The Forces Reshaping How Work Gets Done. URL: https://www.oxfordeconomics.com/thought-leadership/external-workforce-insights-2018 (дата обращения: 20.06.2021).
16. 100 Best Companies to Work For. URL: https://fortune.com/best-companies/2021/ (дата обращения: 20.06.2021).

References:

1. Armstrong M., Taylor S., Malkova I. (transl.) *Praktika upravleniya chelovecheskimi resursami* [Human resource management practices]. St. Petersburg, Piter Publ., 2018, 1038 p. (In Russian).
2. Klyueva M.V. Kadrovaya strategiya v upravlenii personalom. Sushhnost` i soderzhanie kadrovogo planirovaniya [HR strategy in HR management. The essence and content of personnel planning]. *Sbornik studencheskix rabot 7 Mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoj konferencii «Upravlencheskie nauki v sovremennom mire»* [Collection of student papers of the 7th International Scientific and Practical Conference “Management Sciences in the Modern World”]. Moscow, Real`naya ekonomika Publ., 2019, pp. 166-169. (In Russian)
3. *Ogranicheniya koncepcii strategicheskogo upravleniya chelovecheskimi resursami* [Limitations of the concept of strategic human resource management]. (In Russian). Available at: https://uchebnik.online/upravlenie-personalom-uch/ogranicheniya-kontseptsii-strategicheskogo-28545.html (accessed 20.06.2021).
4. Desyatko D.N., Rapgof V.B., Lushkin A.Yu. Texnologicheskie izmeneniya i novy`e trendy` zanyatosti [Technological changes and new employment trends]. *Izvestiya SPbGEU* [SPbSEU News], 2020, no. 4 (124). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskie-izmeneniya-i-novye-trendy-zanyatosti (accessed 20.06.2021).
5. 5 Steps for Developing and Implementing an Effective HR Strategy in 2021. (In English). Available at: https://www.talentsoft.com/resource/5-steps-for-developing-and-implementing-an-effective-hr-strategy-in-2021/ (accessed 20.06.2021).
6. Wood S., De Menezes L.M. High Commitment Management in the U.K.: Evidence from the Workplace Industrial Relations Survey, and Employers' Manpower and Skills Practices Survey. (In English). Available at: https://www.researchgate.net/publication/251185143_High_Commitment_Management_in_the_UK_Evidence_from_the_Workplace_Industrial_Relations_Survey_and_Employers'_Manpower_and_Skills_Practices_Survey (accessed 20.06.2021)

7. Bourke J. Which two heads are better than one? How diverse teams create breakthrough ideas and make smarter decisions. Deloitte and Australian Institute of Company Directors, 2016. (In English). Available at: https://aicd.companydirectors.com.au/-/media/cd2/resources/director-resources/book-store/pdf/which-two-heads.ashx (accessed: 20.06.2021)
8. Willis Towers Watson. Employee experience and what it means for your listening strategy. (In English). Available at: https://www.willistowerswatson.com/en-ID/Insights/2019/07/sustainably-engaged-employee-experience (accessed 20.06.2021).
9. Willis Towers Watson. 2019 Pathways to digital enablement survey findings. (In English). Available at: https://www.willistowerswatson.com/en-US/Insights/2019/07/2019-pathways-to-digital-enablement-survey-findings (accessed 20.06.2021).
10. HR People and Strategy & Willis Towers Watson. The Future Chief People Officer: Imagine. Invent. Ignite. (In English). Available at: https://www.willistowerswatson.com/en-US/Insights/2020/01/the-future-chief-people-officer-imagine-invent-ignite (accessed 20.06.2021).
11. Leading the social enterprise: Reinvent with a human focus. 2019 Global Human Capital Trends, Deloitte Insight. (In English). Available at: https://www2.deloitte.com/us/en/insights/focus/human-capital-trends/2019-interactive.html (accessed 20.06.2021).
12. Building a learning culture that drives business forward. (In English). Available at: https://www.mckinsey.com/business-functions/mckinsey-accelerate/our-insights/building-a-learning-culture-that-drives-business-forward (accessed 20.06.2021).
13. Brown, Gosling, Sethi (et al.) Workforce of the future: The competing forces shaping 2030, Pwc, 2018. (In English). Available at: https://www.pwc.com/gx/en/services/people-organisation/workforce-of-the-future/workforce-of-the-future-the-competing-forces-shaping-2030-pwc.pdf (accessed 20.06.2021).
14. Organization for Economic Co-operation & Development (OECD) Employment Outlook 2019. (In English). Available at: https://www.oecd.org/employment-outlook/2019 (accessed 20.06.2021).
15. External Workforce Insights 2018. The Forces Reshaping How Work Gets Done. (In English). Available at: https://www.oxfordeconomics.com/thought-leadership/external-workforce-insights-2018 (accessed 20.06.2021).
16. 100 Best Companies to Work For. (In English). Available at: https://fortune.com/best-companies/2021/ (accessed 20.06.2021).

Сведения об авторах/ Information about authors

Меркушева Марина Вячеславовна
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Merkusheva Marina Vyacheslavovna
Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 331.5 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_275**

Меркушева М.В., Оноприч Я.Э.

АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ МОЛОДЕЖНОЙ ЗАНЯТОСТИ В РОССИИ

Аннотация. В статье обсуждаются актуальные вопросы занятости молодежи в контексте современных тенденций развития и функционирования рынка труда. Представлены и проанализированы уровень и динамика безработицы среди молодежи, определены ключевые факторы, лежащие в основе этого негативного социально-экономического явления. Оценка занятости молодежи представлена с точки зрения региональных рынков труда молодых специалистов. Дана оценка ключевых факторов, формирующих спрос и предложение в этом сегменте. Проанализированы тенденции молодежной занятости в сравнении со старшими возрастными категориями, дана оценка их различий Авторами определены основные тенденции, определяющие ключевые моменты трудовой мотивации молодежи на современном этапе. На основе выявленных закономерностей представлены основные направления формирования активной политики управления процессами занятости молодежи с учетом стратегических перспектив развития как молодежного сегмента рынка труда, так и развития системы взаимодействия между системой профессионального образования в целом и текущими потребностями рынка труда. Отражены актуальные региональные меры поддержки занятости молодежи в Республике Крым, направленные на стимулирование занятости выпускников высших образовательных учреждений в соответствии со сферой их профессиональной подготовки.
Ключевые слова: молодежная занятость, трудоустройство, вакансии, заработная плата, рынок труда.

Merkusheva M.V., Onoprich Ya.E.

CURRENT ISSUES OF YOUTH EMPLOYMENT IN RUSSIA

Abstract. The article discusses topical issues of youth employment in the context of modern trends in the development and functioning of the labor market. The level and dynamics of youth unemployment are presented and analyzed, the key factors underlying this negative socio-economic phenomenon are identified. The assessment of youth employment is presented from the point of view of regional labor markets for young specialists. An assessment of the key factors shaping supply and demand in this segment is given. Trends in youth employment are analyzed in comparison with older age categories, and their differences are assessed. The authors have identified the main trends that determine the key points of labor motivation of young people at the present stage. On the basis of the revealed patterns, the main directions of the formation of an active policy for managing the processes of youth employment are presented, taking into account the strategic prospects for the development of both the youth segment of the labor market and the development of the system of interaction between the vocational education system as a whole and the current needs of the labor market. Reflected are the current regional measures to support youth employment in the Republic of Crimea, aimed at stimulating the employment of graduates of higher educational institutions in accordance with the field of their professional training.
Keywords: youth employment, employment, vacancies, wages, labor market.

Введение. Формирование молодого, конкурентоспособного поколения россиян на рынке труда в современных условиях имеет исключительное значение в контексте обеспечения достижения стратегических целей

экономического развития, в вязи с чем реализация эффективной молодежной политики в рамках Национальной стратегии развития России направлена на обеспечение реализации таких мер как повышение степени адаптивности молодых специалистов к изменяющимся условиям рынка труда, развитие у них прогрессивных трудовых навыков и профессиональных компетенций, а также постоянное развитие и совершенствование их профессионально-ориентированного трудового потенциала посредством целенаправленного управления стратегией карьерного и профессионального роста. Решение поставленных задач объективно обуславливает необходимость изучения текущих тенденций в сфере молодежной занятости через призму основных показателей и индикаторов, характерных для данного сегмента рынка труда.

Цель исследования – выявление современных тенденций развития рынка труда молодых специалистов, оценка действенности реализуемых мер по управлению вопросами молодежной занятости.

Материалы и методы исследования. Проводимое исследование основывается на официальных данных государственной статистики за период 2001-2020 гг., а также на аналитических и статистических обзорах, проводимых ведущими кадровыми агентствами страны.

Результаты исследования и их обсуждение. Согласно демографическим прогнозам численность молодежи в России к 2025 году сократится до 25 млн чел., сохраняя устойчивую негативную тенденцию последних 20 лет, что наглядно представлено на рисунке 1.

В значительной степени представленные тенденции являются следствием демографических процессов в период 1990-2000 гг., находившихся под негативным влиянием экономических процессов того периода. Рост численности людей предпенсионного возраста обусловлен не только естественными факторами демографии, но и проводимой пенсионной реформой, связанной с поднятием верхней границы трудоспособности, что оказывает непосредственное влияние на показатели спроса на рабочую силу и

возможности трудоустройства в рамках существующей структуры рабочих мест в экономической системе страны.

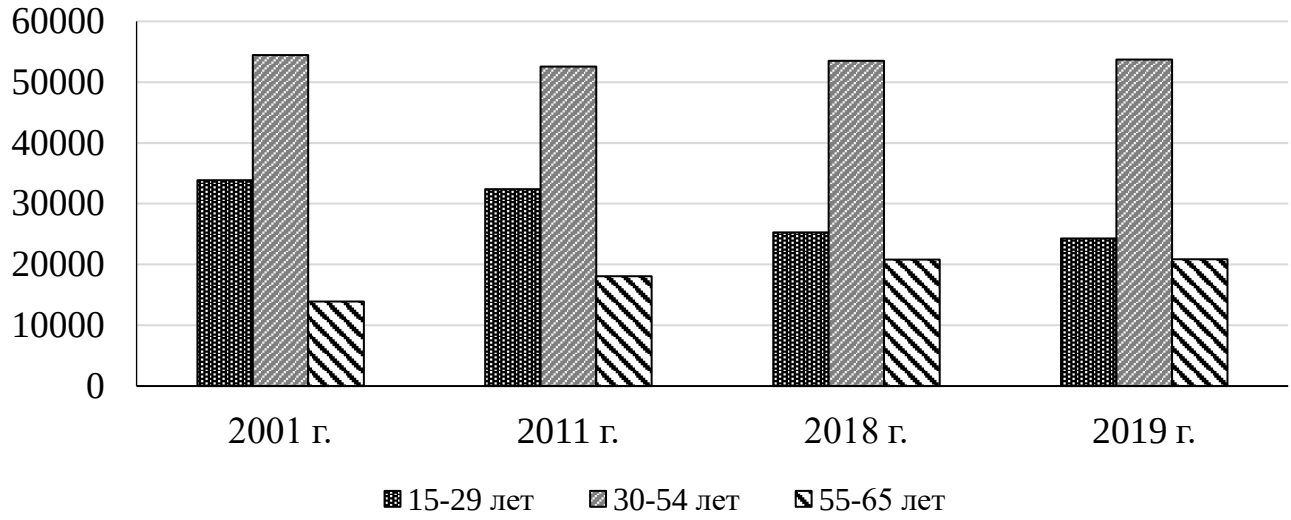


Рисунок 1 – Динамика численности экономически активного населения в России, тыс. чел. [1]

Разные возрастные группы экономически активного населения характеризуются своими отличительными чертами, которые можно рассматривать как их конкурентные преимущества. Молодежь в возрасте до 30 лет, не смотря на низкий профессиональный статус, достаточно мобильна как с точки зрения профессионально-квалификационных характеристик, так и с точки зрения пространственной мобильности. В силу возраста молодые люди еще не имеют «привязки» к рабочему месту, территории или сфере деятельности. Это обеспечивает им высокую степень гибкости, адаптивности и оперативности в рамках постоянно изменяющейся конъюнктуры рынка труда.

Основными их «слабыми» сторонами являются отсутствие профессионального и социального опыта, а как следствие, низкая востребованность со стороны ряда работодателей.

Возрастная группа работников в возрасте 30-50 лет в основном уже выбрали свою профессиональную траекторию и имеют определённый опыт работы, а поэтому представляют наиболее устойчивый сегмент рынка труда с достаточно прогнозируемой стратегией развития.

Для лиц предпенсионного возраста (старше 50 лет) характерен высокий профессиональный и интеллектуальный потенциал, однако они наименее готовы к смене места работы или профессиональной мобильности.

Структурными проблемами рынка труда молодых специалистов являются диспропорции в системе профессионального образования и реальной ситуации на рынках труда в региональном и профессиональном аспектах, ограниченность доступа к качественному профессиональному образованию в полной мере учитывающему современные профессионально-квалификационные и компетентностные требования, что в свою очередь негативно сказывается на дальнейшей мотивации молодых людей к образованию и профессиональной занятости [2].

В России молодежная безработица уже на протяжении длительного времени продолжает оставаться одной из острых проблем современного рынка труда, превышая его средние значения в 5-6 раз.

Представленная на рисунке 2 динамика уровня безработицы среди молодежи в возрасте 15-19 лет значительно превышает среднеэкономические показатели и составляет порядка 20-30 % в разное время.

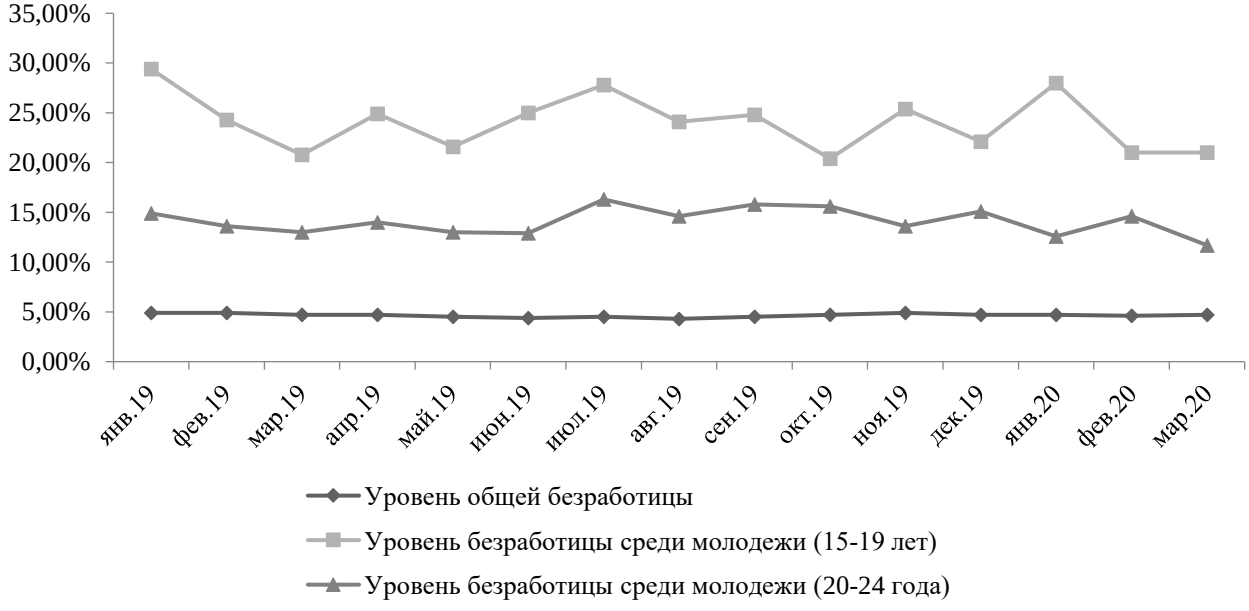


Рисунок 2 – Уровень молодежной безработицы в России [1]

Данная тенденция в значительной степени объяснима отсутствием базового профессионального образования.

Молодые люди, по данным Росстата, стали намного серьезнее относиться к своим успехам и достижениям. Количество молодежи, в возрасте от 15 до 24 лет, которые не учатся, не имеют места работы и не набираются профессиональных навыков, уменьшилось до рекордно низкого уровня с 2001 года. В прошлом году число такой молодежи сократилось до 1,4 млн человек. Также молодые женщины начали чаще задумываются об образовании и карьере, тем самым откладывают рождение первого ребенка – к 30-ти годам детей имеют 42 % девушек с высшим образованием и 57 % со средним профессиональным [3].

Согласно аналитическим данным кадровых агентств со стороны работодателей востребованы молодые специалисты, имеющие экономическое, техническое или юридическое образование, что наглядно представлено на рисунке 3.

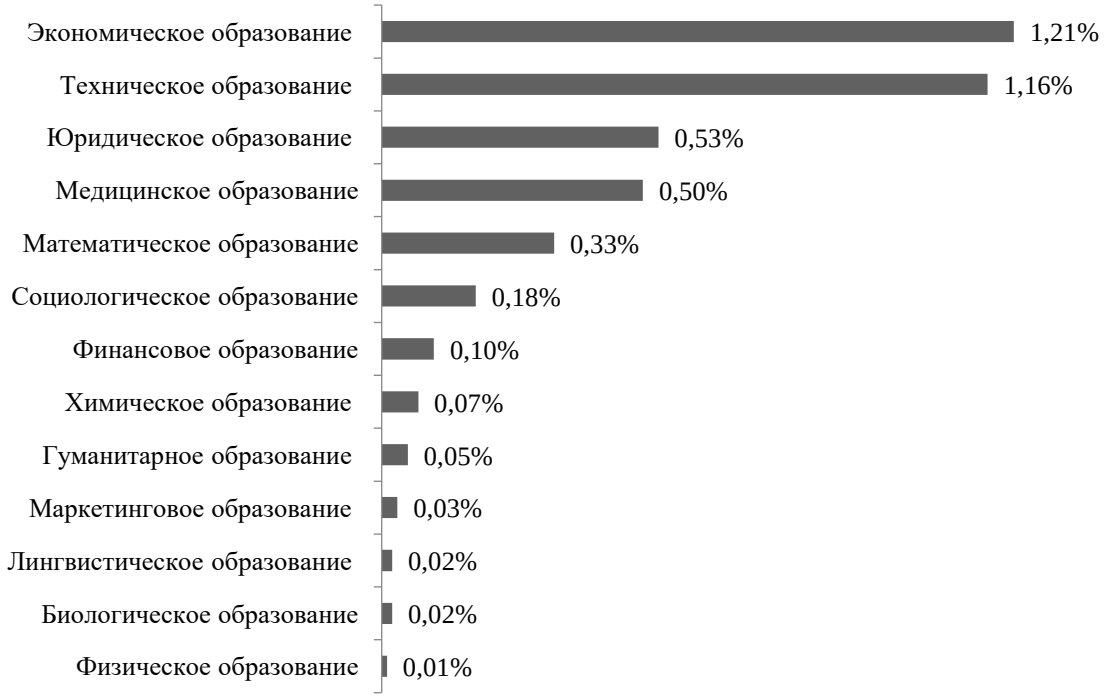


Рисунок 3 – Доля вакансий с требованием образования от общего числа вакансий для молодых специалистов, 2020 г. [4]

Молодежь, владеющая ценными профессиональными навыками, имеет большую вероятность найти подходящую работу и рассчитывать на высокую заработную плату.

Следует отметить, что с получением базового профессионального образования и приобретением необходимых профессиональных навыков, умений и компетенций доля безработных молодых людей в возрастной категории 20-24 лет сокращается в среднем до 15 %. Это позволяет нам утверждать, что получение образования и профессиональных компетенций обеспечивают повышение конкурентоспособности молодежи на рынке труда и снижая уровень молодежной безработицы практически в 2 раза. В целях дальнейшего снижения уровня молодежной безработицы до уровня среднеэкономических значений по стране в целом необходимо обеспечить реализацию мер, направленных на сбалансирование спроса и предложения как с позиции качественных (профессионально-квалификационных, компетентностных и т. п.) характеристик, так и с учетом факторов территориального распределения молодых специалистов и уровня экономического благополучия регионов, а также потенциала их дальнейшего экономического развития.

По обобщенным аналитическим данным кадровых агентств и порталов по содействию трудоустройству наибольшее число вакансий для молодых специалистов имеется в Москве и Московской области, Приволжском Федеральном округе – до 25 % всех предлагаемых рабочих мест.

Порядка 10 % вакансий для молодежи имеет место в Южном, Сибирском, Уральском, Центральном Федеральных округах.

Труднее всего найти первое рабочее место молодым специалистам в Северо-Кавказском, Дальневосточном и Северо-Западном Федеральным округам. В них доля вакансий для молодежи не превышает 3 %. Все это обуславливает рост конкуренции за рабочее место среди молодежи. Наиболее сильная конкуренция характерна для Северо-Кавказского, Сибирского

Федеральных округов, Санкт-Петербурга и Ленинградской области. Наиболее благоприятная конъюнктурная ситуация между вакансиями и резюме характерна для Центрального, Приволжского, Дальневосточного и Южного Федеральных округов.

Одновременно нельзя не отметить усугубление диспропорций между числом вакансий от работодателей и резюме от молодых соискателей. В 2020 году в среднем на 1 рабочее место для молодежи было подано порядка 14 резюме. В некоторых регионах таких как Санкт-Петербург и Ленинградская область, Северо-Кавказский Федеральный округ, Сибирский Федеральный округ, оно приближается к соотношению 20 резюме на 1 рабочее место. Следует отметить, что дисбаланс в Санкт-Петербурге и Ленинградской области обусловлен высоким уровнем экономического развития территорий, что обуславливает повышенный приток молодых специалистов в поисках высокооплачиваемой работы, а в Северо-Кавказском и Сибирском Федеральных округах, диаметрально противоположная ситуация, объясняемая низким уровнем темпов роста экономик региона и отсутствием динамики создания новых рабочих мест.

Усиление конкуренции и усугубление диспропорций в рабочих местах для молодежи в значительной степени обусловлено проводимой реформой пенсионного возраста и структурными факторами торможения российской экономики в целом.

Диспропорции в спросе на молодых специалистов в определенной степени определяются профессиональной сферой их реализации как молодых специалистов. Так наиболее востребованы со стороны работодателей молодые люди в таких сферах как продажи, консалтинговые услуги, гостиничный и ресторанный бизнес, финансовой, банковской и инвестиционной сферах, где доля стартовых вакансий, находится в диапазоне 10-40 %. Одновременно на протяжении 2020 г. отмечается сокращение рабочих мест для молодых специалистов практически во всех сферах. Исключение составляет только

торговля, где доля вакансий выросла с 40 до 47 %. В тоже время мы не можем однозначно утверждать, что имеет место расширение объемов деятельности, так как доля может и возрастать при абсолютном сокращении общего количества вакансий для всех участников рынка труда.

Молодежь без опыта работы практически не востребована. Для неё со стороны работодателей в среднем предлагается 1 % вакансий, а предлагаемыми направлениями деятельности являются сферы розничной торговли и торгового консалтинга.

В целом же молодые люди достаточно оптимистично оценивают свои шансы на трудоустройство: 54 % молодых соискателей полагают, что смогут найти работу в течении 3 месяцев, около 40% начинающих соискателей сомневаются, в своих шансах на трудоустройство. При этом ожидания и оценка шансов на трудоустройство молодыми специалистами адекватна рыночным настроениям в целом.

Наиболее предпочтительным для них являются должности молодых специалистов (23 %), в значительно меньшей степени их интересуют должности продавцов-консультантов, администраторов, официантов, курьеров.

Высокой популярностью пользуются стартовые вакансии, подходящие кандидатам без опыта, такие как менеджеры по продажам (1,6 %), продавцы-консультанты (1,4 %) и агенты по доставке банковских продуктов (1 %) [5].

Основными требованиями к кандидатам помимо их профессиональных навыков, умений и компетенций со стороны работодателей являются в каждом шестом требовании к соискателю грамотная речь, умение работать в команде, владеть навыками работы с компьютерными программами и технологиями. Знание иностранного языка, коммуникативность и клиентоориентированность отмечаются в 5 % требований.

Достаточно часто для молодых людей, которые находятся в поиске работы, важна не настолько должность, как сфера деятельности или компания, в которой придется работать. Аналитики рынка отмечают, что для молодых

людей факторы материального порядка не являются достаточно сильными мотиваторами в выборе сферы деятельности. Для них имеют значение интерес к работе (56 %), гибкий график и дистанционные формы занятости (43 %). Отличительной чертой в предпочтениях молодых людей относительно графика работы является удаленная или дистанционная занятость, позволяющая более эффективно совмещать несколько видов активности (трудовой, социальной). При этом размер заработной платы важен только для каждого третьего молодого соискателя. Для соискателей более старших возрастных групп (30-50 лет), наоборот, мотивирующим и ключевым фактором при выборе сферы занятости является размер ожидаемого дохода (61 %) [6].

На рисунке 4 отражена динамика уровня предлагаемых заработных плат.

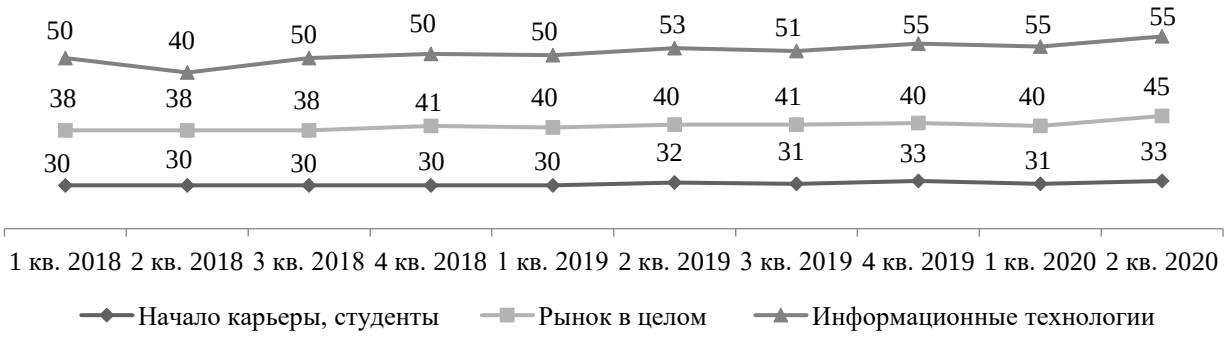


Рисунок 4 – Динамика предлагаемых заработных плат, тыс. руб. [5]

Известно, что уровень заработной платы в определенной мере является индикатором конъюнктурного равновесия на рынке труда и ее рост свидетельствует о повышении спроса на рабочую силу, равно как снижение сигнализирует об уменьшении целесообразности привлечения новых работников со стороны работодателей. Представленная динамика подтверждает низкую востребованность молодых специалистов рынком труда, что проявляется через «замораживание» средней заработной платы для молодых работников: на протяжении анализируемого периода средняя заработная плата по рынку труда в целом выросла на 18 %, в то время как для молодежи только

на 10 %.

Сотрудники одинаковых сфер деятельности в разных регионах России получают разную зарплату. Самый высокий уровень оплаты труда в Москве. Ближе всего к московскому уровню — зарплаты в Санкт-Петербурге (на 16% ниже, чем в Москве). Молодые специалисты, проживающие в Архангельской области, в среднем получают на 44 % меньше, чем москвичи (рис. 5).

Рисунок 5 – Средняя зарплата по регионам для молодых специалистов, процент от средней зарплаты в Москве, 2020 г. [1, 5]

Следует отметить, что уровень зарплат молодых специалистов в Москве в 1,5-2 раза выше, чем в регионах, а динамика роста уровня доходов в зависимости от профессионального стажа практически идентична: через 7-10 лет зарплата возрастает в 7-10 раз в зависимости от профессиональной сферы деятельности. Наиболее высокие зарплаты характерны для таких профессиональных сфер деятельности как эксплуатация информационных систем, финансы и экономика, развитие бизнеса.

Половина молодых специалистов готовы снижать свои зарплатные ожидания ради трудоустройства и только каждый третий будет настаивать на указанной им изначальной сумме, тогда как по рынку в целом таких около 20%. Большая часть молодых специалистов готовы согласиться на низкую

заработную плату, даже без обсуждения этого вопроса с работодателем, так как в текущей ситуации в приоритете стоит выход на рынок труда. Готовность молодых специалистов снижать свои зарплатные ожидания схожа с общерыночными, хотя находится значительно ниже рынка в целом.

Как было отмечено ранее 43 % молодых соискателей в качестве приоритетных факторов при трудоустройстве отметили гибкий график работы. Молодое поколение предпочитает работать удаленно, имея намного больше свободного времени, отмечает статистика занятости молодежи (рис. 6).

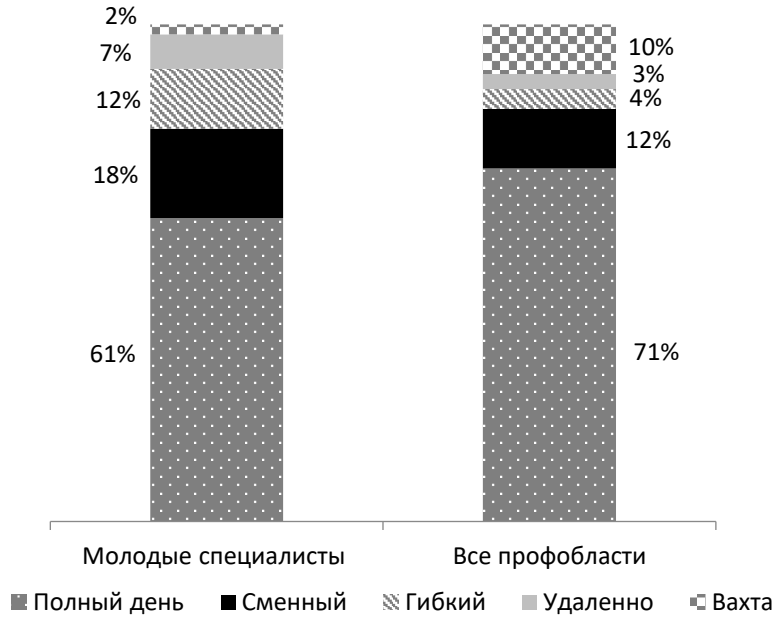


Рисунок 6 – Желаемый график работы соискателями в России
(% от общего количества вакансий) [4]

В 2020 году в большинстве открытых вакансий, подходящих начинающим соискателям, был указан тип занятости «Полный рабочий день» (61 %). Сменный график встречался в 18 %, а гибкий и удаленный – соответственно, в 12 % и 7 % вакансий. Работодатели готовы прислушиваться к пожеланиям молодежи, так как для остальных участников рынка труда полный рабочий день указан в 71 % вакансий, сменный в 12 %, а совокупная доля

гибкого и удаленного только 7 %.

Вопреки распространенному мнению, что удаленная работа станет трендом, работодатели по-прежнему не готовы переводить сотрудников на «дистанционку» – всего 7 % стартовых вакансий рассчитаны на удаленных сотрудников без опыта работы.

Характерными проблемами, связанными с трудоустройством молодежи можно считать следующие:

1. Качественное несоответствие между профессионально-квалификационными характеристиками молодых специалистов и требуемыми профессиональными компетенциями со стороны работодателей.

2. Конъюнктурные особенности региональных рынков труда молодежи, обусловленные несоответствием спроса и предложения в силу влияния экономических факторов развития регионов.

3. Проводимая пенсионная реформа, предусматривающая поднятие верхней возрастной границы трудоспособности, на фоне системного торможения темпов роста российской экономики приводят к возникновению структурных диспропорций на рынке труда в целом и его молодёжном сегменте в частности.

4. Несовпадение ожиданий молодых специалистов и требований работодателей.

5. Не достаточно эффективная система мониторинга со стороны служб занятости приводит к увеличению длительности подбора наиболее подходящего места работы, в результате чего, кандидаты либо принимают предложения, не полностью удовлетворяющие их персональным требованиям и пожеланиям, либо достаточно долго осуществляется подбор нужной вакансии (такой период может составлять по разным сегментам рынка до 6,5 месяцев). Это оказывает деструктивное воздействие не только на трудовую мотивацию, но и на дальнейшее профессиональное развитие молодых специалистов.

Выводы. Выявленные тенденции молодежной занятости

свидетельствуют о том, что наиболее действенными мерами, направленными на повышение степени вовлеченности молодых специалистов в систему трудовых отношений, могут быть:

1. Увеличение согласованности на региональном и межрегиональном уровнях между работодателями, представляющими спрос на молодых специалистов со стороны реального сектора экономики, и учебными заведениями, обеспечивающими профессиональную подготовку молодых специалистов.

2. Формирование интегрированной в учебный процесс системы производственного взаимодействия между предприятиями и учебными заведениями, построенной не только на основе предоставления баз практики, а на комплексном интеграционном подходе: наука – образование – база практики (для студентов) – производственная база (для научных разработок) – трудоустройство молодых специалистов [8].

3. Создание систем молодежных кадровых агентств, специализирующихся исключительно на молодежном сегменте рынка труда

4. Формирование региональных мер поддержки не только молодых специалистов, но и разработка стимулов для работодателей, привлекающих молодежь, создающих целевые рабочие места для выпускников средних и высших учебных заведений [9].

Примером реализации региональной поддержки кадрового потенциала АПК в Республике Крым в полной мере может являться программа, реализуемая Министерством сельского хозяйства Республики Крым в соответствии с приказом от 26.02.2021 № 101, предусматривающая выделение молодым специалистам (гражданам Российской Федерации в возрасте не старше 35 лет), изъявившим желание работать в сельской местности на территории Республики Крым единовременной выплаты в размере: 200 тысяч рублей для выпускников средне профессиональных учебных заведений (СПО), 250 тысяч рублей – для выпускников высших учебных заведений [10].

Меры поддержки распространяются на молодых специалистов, в области «Сельское, лесное и рыбное хозяйство», «Промышленная экология и биотехнологии», «Экономика и управление», «Машиностроение», «Электро- и теплоэнергетика», «Технологии материалов», «Техника и технологии наземного транспорта», «Ветеринария и зоотехния» и принятых на работу по своему профилю в сельскохозяйственную организацию, крестьянское (фермерское) хозяйство, предприятия пищевой и перерабатывающей промышленности, зарегистрированные на территории Республики Крым и осуществляющие деятельность в сельской местности [10].

Список использованной литературы:

1. Рынок труда, занятость и заработная плата // Федеральная служба государственной статистики. URL: https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries (дата обращения: 27.04.2021).
2. *Медведева И.В., Баркова В.В.* Поиск работы молодыми специалистами: проблемы и их решения // Вестник КемГУ. 2013. № 4 (56). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/poisk-raboty-molodymi-spetsialistami-problemy-i-ih-resheniya (дата обращения: 20.05.2021).
3. *Ляшок В.Ю.* Молодежная безработица в России: масштабы проблемы // Экономическое развитие России. 2021. № 4. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/molodezhnaya-bezrabotitsa-v-rossii-masshtaby-problemy (дата обращения: 20.05.2021).
4. Настроения молодых специалистов на рынке труда в конце 2020 года. URL: hh.ru/article/28102 (дата обращения: 27.04.2021).
5. Конкуренция среди молодых специалистов в первой половине 2020 года. URL: hh.ru›article/27229 (дата обращения: 27.04.2021).
6. *Слепцова Е.В., Ишханян А.Г.* Современные проблемы трудоустройства молодежи: региональный и профессиональные аспекты // Экономика и бизнес: теория и практика. 2019. № 12-2. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-problemy-trudoustroystva-molodezhi-regionalnyy-i-professionalnye-aspekty (дата обращения: 27.04.2021).
7. *Федурина К.С.* Формирование ценностных ориентиров у современной молодежи в России // Система ценностей современного общества. 2016. № 44. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-tsennostnyh-orientirov-u-sovremennoy-molodezhi-v-rossii (дата обращения: 27.04.2021).
8. *Калугина Д.А., Климова Г.Г.* Управление взаимодействием вуза и предприятия при подготовке специалистов, востребованных на рынке труда // Вопросы управления. 2015. № 5 (17). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-vzaimodeystviem-vuza-i-predpriyatiya-pri-podgotovke-spetsialistov-vostrebovannyh-na-rynke-truda (дата обращения: 27.04.2021).
9. *Леднева С.А., Шичкин И.А.* Современные тенденции молодежной занятости // Финансовые рынки и банки. 2020. № 6. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-molodezhnoy-zanyatosti (дата обращения: 27.04.2021).
10. Об утверждении Порядка предоставления единовременной выплаты из бюджета Республики Крым молодым специалистам, трудоустроившимся в организациях агропромышленного комплекса Республики Крым, расположенных в сельской местности, в рамках реализации Государственной программы развития сельского

хозяйства и регулирования рынков сельскохозяйственной продукции, сырья и продовольствия Республики Крым на 2015-2020 годы: Постановление Совета министров Республики Крым № 345 от 06 июля 2017 года // Правительство Республики Крым: официальный портал. URL: rk.gov.ru/ru/document/show/2631 (дата обращения: 27.04.2021).

References:

1. Rynok truda, zanyatost' i zarabotnaya plata [Labor market, employment and salaries]. *Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki* [Federal State Statistics Service]. (In Russian). Available at: https://rosstat.gov.ru/labor_market_employment_salaries (accessed 27.04.2021).
2. Medvedeva I.V., Barkova V.V. Poisk raboty` molody`mi specialistami: problemy` i ix resheniya [Job search by young professionals: problems and their solutions]. *Vestnik KemGU* [Bulletin of KemSU], 2013, no. 4 (56). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/poisk-raboty-molodymi-spetsialistami-problemy-i-ih-resheniya (accessed: 20.05.2021).
3. Lyashok V.Yu. Molodezhnaya bezraboticza v Rossii: masshtaby` problemy` [Youth unemployment in Russia: the scale of the problem]. *E`konomicheskoe razvitie Rossii* [Economic development of Russia], 2021, no. 4. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/molodezhnaya-bezrabotitsa-v-rossii-masshtaby-problemy (accessed 20.05.2021).
4. *Nastroeniya molody`x specialistov na ry`nke truda v konce 2020 goda* [The mood of young professionals in the labor market at the end of 2020]. (In Russian). Available at: https://hh.ru/article/28102 (accessed 27.04.2021).
5. *Konkurenciya sredi molody`x specialistov v pervoj polovine 2020 goda* [Competition among young professionals in the first half of 2020]. (In Russian). Available at: https:// hh.ru›article/27229 (accessed 27.04.2021)
6. Slepczova E.V., Ishxanyan A.G. Sovremenny`e problemy` trudoustrojstva molodezhi: regional`ny`j i professional`ny`e aspekty` [Modern problems of youth employment: regional and professional aspects]. *E`konomika i biznes: teoriya i praktika* [Economics and Business: Theory and practice], 2019, no. 12-2. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-problemy-trudoustroystva-molodezhi-regionalnyy-i-professionalnye-aspekty (accessed 27.04.2021).
7. Fedurina K.S. Formirovanie cennostny`x orientirov u sovremennoj molodezhi v Rossii [Formation of value orientations among modern youth in Russia]. *Sistema cennostej sovremennogo obshhestva* [The system of values of modern society], 2016, no. 44. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/formirovanie-tsennostnyh-orientirov-u-sovremennoy-molodezhi-v-rossii (accessed 27.04.2021).
8. Kalugina D.A., Klimova G.G. Upravlenie vzaimodejstviem vuza i predpriyatiya pri podgotovke specialistov, vostrebovanny`x na ry`nke truda [Managing the interaction of the university and the enterprise in the training of specialists in demand in the labor market]. *Voprosy` upravleniya* [Management issues], 2015, no. 5 (17). (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/upravlenie-vzaimodeystviem-vuza-i-predpriyatiya-pri-podgotovke-spetsialistov-vostrebovannyh-na-rynke-truda (accessed 27.04.2021).
9. Ledneva S.A., Shichkin I.A. Sovremenny`e tendencii molodezhnoj zanyatosti [Modern trends in youth employment]. *Finansovy`e ry`nki i banki* [Financial Markets and Banks], 2020, no. 6. (In Russian). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennye-tendentsii-molodezhnoy-zanyatosti (accessed 27.04.2021).
10. Resolution of the Council of Ministers of the Republic of Crimea № 345 of July, 06, 2017, Ob utverzhdenii Poryadka predostavleniya edinovremennoj vy`platy` iz byudzheta Respubliki Kry`m molody`m specialistam, trudoustroivshimsya v organizaciyax agropromy`shlennogo kompleksa Respubliki Kry`m, raspolozhenny`x v sel`skoj mestnosti, v ramkax realizacii

Gosudarstvennoj programmy` razvitiya sel`skogo xozyajstva i regulirovaniya ry`nkov sel`skoxozyajstvennoj produkcii, sy`r`ya i prodovol`stviya Respubliki Kry`m na 2015-2020 gody` [About the approval of the Procedure for granting a one-time payment from the budget of the Republic of Crimea to young professionals employed in organizations of the agro-industrial complex of the Republic of Crimea located in rural areas, within the framework of the State Program for the Development of Agriculture and Regulation of markets for Agricultural Products, raw materials and food of the Republic of Crimea for 2015-2020]. *Pravitel'stvo Respubliki Krym: oficial'nyj portal* [Government of the Republic of Crimea: official portal] (In Russian). Available at: https://rk.gov.ru/ru/document/show/2631 (accessed 27.04.2021).

Сведения об авторах/ Information about authors

Меркушева Марина Вячеславовна
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Merkusheva Marina Vyacheslavovna
Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of Economics
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

Оноприч Яна Эдуардовна
студент 3-го курса направления подготовки «Экономика»
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82

Onoprich Yana Eduardovna
3rd year student of the training direction “Economics”
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82

УДК 336.22 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_291**

Рысина В.А.

НАЛОГОВЫЙ АНАЛИЗ В СИСТЕМЕ УПРАВЛЕНИЯ НАЛОГООБЛОЖЕНИЕМ

Аннотация. Налоговый анализ следует проводить как на уровне субъектов РФ и государства, так и на уровне субъекта предпринимательской деятельности. Выводы, полученные в ходе проведения налогового анализа, позволять оценить бюджетно-налоговые отношения с тем, чтобы разработать приемлемые налоговые поступления в доходную часть бюджетов, оптимизировать и снизить налоговую нагрузку налогоплательщиков. Субъектам предпринимательской деятельности проведение налогового анализа необходимо для того, чтобы осуществлять управление своими налоговыми расходами. На основе научных поисков проведен анализ и охарактеризованы позиции экономистов относительно понятия «налоговый анализ», представлены классификационные признаки видов налогового анализа, изучена поэтапная методика осуществления налогового анализа. Аналитическая информация для целей налогового анализа в налоговом консультировании должна отражать реальные количественные параметры налоговых последствий, их динамику и тенденции изменения.
Ключевые слова: налоговый анализ, система налогообложения, налоговое администрирование, налоговое консультирование, факторы, методика анализа.

Rysina V.A.

TAX ANALYSIS IN THE TAX MANAGEMENT SYSTEM

Abstract. Tax analysis should be carried out both at the level of the subjects of the Russian Federation and the state, and at the level of the business entity. The conclusions obtained in the course of the tax analysis allow us to assess the budget and tax relations in order to develop acceptable tax revenues in the revenue part of budgets, optimize and reduce the tax burden of taxpayers. Business entities need to conduct tax analysis in order to manage their tax expenditures. On the basis of scientific research, the authors analyze and characterize the positions of economists regarding the concept of "tax analysis", present the classification features of the types of tax analysis, and study the step-by-step methodology for implementing tax analysis. Analytical information for the purposes of tax analysis in tax consulting should reflect the actual quantitative parameters of tax consequences, their dynamics and trends.
Keywords: tax analysis, tax system, tax administration, tax consulting, factors, methods of analysis.

Введение. Проблемы результативного формирования доходов бюджетов различных уровней в настоящий момент являются особенно актуальными. В основном бюджет наполняется за счет налоговых поступлений. Потребность мобилизации дополнительных средств в налоговую систему как ресурсов налоговых поступлений появляется при исследовании путей приумножения доходов от налоговых платежей в бюджеты различных уровней [1].

На сегодняшний день одним из основных элементов управления и

условием эффективной деятельности бюджетной и налоговых систем, и экономики РФ в целом считается анализ её налоговой системы [2]. Налоговый анализ используется при формировании документа «Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов», разработанного Министерством финансов РФ [3].

Налоговый анализ следует проводить как на уровне субъектов РФ и государства, так и на уровне субъекта предпринимательской деятельности. Выводы, полученные в ходе проведения налогового анализа, позволять оценить бюджетно-налоговые отношения с тем, чтобы разработать приемлемые налоговые поступления в доходную часть бюджетов, оптимизировать и снизить налоговую нагрузку налогоплательщиков. Субъектам предпринимательской деятельности проведение налогового анализа необходимо для того, чтобы осуществлять управление своими налоговыми расходами.

В последние годы в РФ прослеживается тенденция снижения наполняемости бюджетов регионов доходами. Данный вопрос тесно связан со слабой налоговой активностью, увеличением размеров ставок налоговых платежей, приводящему к уклонению от налогов. Применение элементов налогового анализа при оценке налогово-бюджетных отношений позволит эффективно решить данную проблему.

Цель исследования заключается в теоретическом изучении сущности и роли налогового анализа в системе управления налогообложением на макро- и микроуровнях, а также рассмотрение методики налогового анализа в налоговом администрировании.

Материалы и методы исследования. Вопросы исследования налогового анализа нашли свое отражение в работах следующих отечественных ученых: Н.В. Бондарчук [4], Е.С. Вылкова [5], О.А. Миронова [6], Н.Г. Варакса [7], З.М. Карпасова [4], С.Н. Клочко О.А. [9], Л.В. Попова [7], М.В. Романовский [5], Г.В. Савицкая [8], И.А. Симанова [9], Ф.Ф. Ханафеев [6], Е.В. Чипуренко [10] и

др. Кроме того, для проводимого исследования использовались материалы, размещенные на официальном сайте Федеральной налоговой службы РФ [1], официальном сайте справочной системы «Консультант плюс» [2, 11].

Результаты исследования и их обсуждение. Налоговый анализ – достаточно новое направление в экономической науке, выделенное в настоящий момент в отдельный элемент научно-практического исследования. Налоговый анализ – это соединение приемов и способов, которые позволяют изучить и охарактеризовать налоговую политику субъекта в указанные временные периоды. Кроме того, налоговый анализ можно представить как научный метод познания экономической сути налоговых обязательств, который основан на их дифференциации на отдельные элементы и исследовании с учетом всех взаимосвязей.

Процессы, направленные на эффективное регулирование экономики, тесно связаны с проведением качественного и результативного налогового анализа. Поэтому в настоящий момент достаточно актуальным направлением является совершенствование организации налогового анализа на уровне различных субъектов РФ. Это позволит сформировать действенную налоговую и бюджетную систему государства.

На сегодняшний день, к сожалению, процессу проведения налогового анализа не уделяется должного внимания. Поэтому финансовый потенциал бюджетов различных уровней прогнозируют с учетом данных за прошлые налоговые периоды путем корректирования их на индекс инфляции без учета оценки будущих бюджетных доходов.

Применение методики комплексного налогового анализа тесно связано:

- с оценкой выполнения налоговых обязательств отчетных периодов и составления прогнозов ситуации в социально-экономической сфере различных субъектов РФ;

- с расчетами обоснованности сбора налоговых платежей;

- с анализом выполнения контрольной функции налоговых органов.

Это позволит повысить степень поступления в бюджетные доходы РФ налоговых платежей. Поэтому при формировании бюджетной части субъектов РФ важно использовать результаты проведения налогового анализа.

В таблице 1 приведена характеристика определения понятия «налоговый анализ» с точки зрения различных авторов [4-10].

Таблица 1 – Характеристика понятия «налоговый анализ»

Автор	Характеристика понятия «налоговьш анализ»
Н.А. Лытнева, Н.В. Патрушев	Налоговый анализ – ключевое направление комплексного экономического анализа финансово-хозяйственной деятельности субъекта предпринимательства независимо от их организационно-правовых форм и применяемых систем налогообложения
Н.Г. Варакса	Налоговый анализ – это анализ совокупности налогов и сборов, уплачиваемых предприятием в разный период времени, а также оценка налогового состояния, позволяющая снизить его налоговые платежи
М.В. Васильева	Налоговый анализ – совокупность приемов и способов, включающих использование существующих льгот по конкретным налогам, анализ существующего законодательства, его изменений, с помощью которых можно охарактеризовать налоговую политику и провести анализ налоговых изъятий за определенных период времени
Р.Ф. Галимзянов, А.Р. Горбунов	Налоговый анализ – это анализ, базирующийся на традиционных методах экономического анализа, ан основе налоговых показателей, представленных в бухгалтерской отчетности и учете, осуществляющий оценку качественных и структурных сдвигов в изменении налоговых активов и обязательств
А.И. Погорельский, Б.А. Рогозин, Д.Н. Тихонов	Налоговый анализ – это ключевой элемент системы налогового управления предприятием, способствующий повышению налоговой дисциплины и укреплению финансового благополучия
Л.В. Попова	Налоговый анализ – совокупность методов и инструментов, определяющих корпоративную налоговую политику в конкретных временных периодах
Г.В. Савицкая	Налоговый анализ – процесс комплексного изучения и оценки налогообложения субъектов предпринимательства с целью выявления возможных и прогнозных резервов оптимизации налоговой нагрузки

Применяемое в настоящий момент законодательство в области налогообложения сконцентрировано на том, чтобы уменьшить количество взимаемых налогов, оптимизировать налоговые базы и ставки налогов, что в итоге и устанавливает цель проведения налогового анализа, которая заключается в снижении расходов и убытков от уплаты налогов, как на макроуровне, так и на микроуровне.

Налоговый анализ – один из элементов системы управления субъекта хозяйствования. Проведением налогового анализа занимаются различные специалисты: сотрудники налоговых и финансовых служб, налоговые консультанты, руководители. Они собирают необходимую исходную информацию с целью ее группировки, обобщения и принятия управленческих решений с учетом полученных результатов проведенного анализа.

Основными показателями налогового анализа можно считать следующее:

- уровень, структура и динамика баз налогообложения;
- уровень, структура и динамика налоговых обязательств;
- уровень, структура и динамика налоговой задолженности;
- показатели деятельности контролирующих органов;
- данные налоговой нагрузки и др.

Краткую характеристику основных элементов налогового анализа можно представить на рисунке 1.

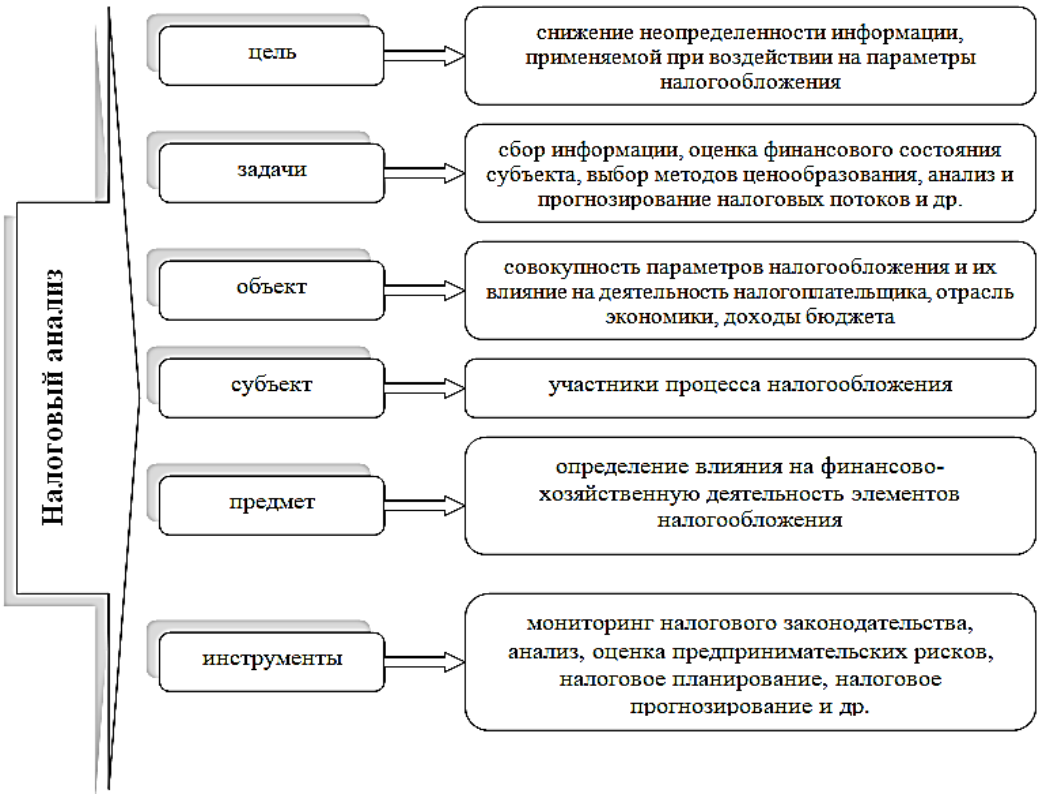


Рисунок 1 – Характеристика налогового анализа

Применение отдельных элементов налогового анализа может осуществляться как при реализации налогового планирования, так и при проведении налогового контроля (рис. 2).

Рисунок 2 – Роль налогового анализа в системе управления

При осуществлении управления финансовыми ресурсами субъекта хозяйствования результаты проведения налогового анализа используются для оценки действующей системы налогообложения, чтобы снизить налоговые расходы и улучшить результаты функционирования налогоплательщика. Место налогового анализа в системе управления предприятием представлено на рисунке 3.

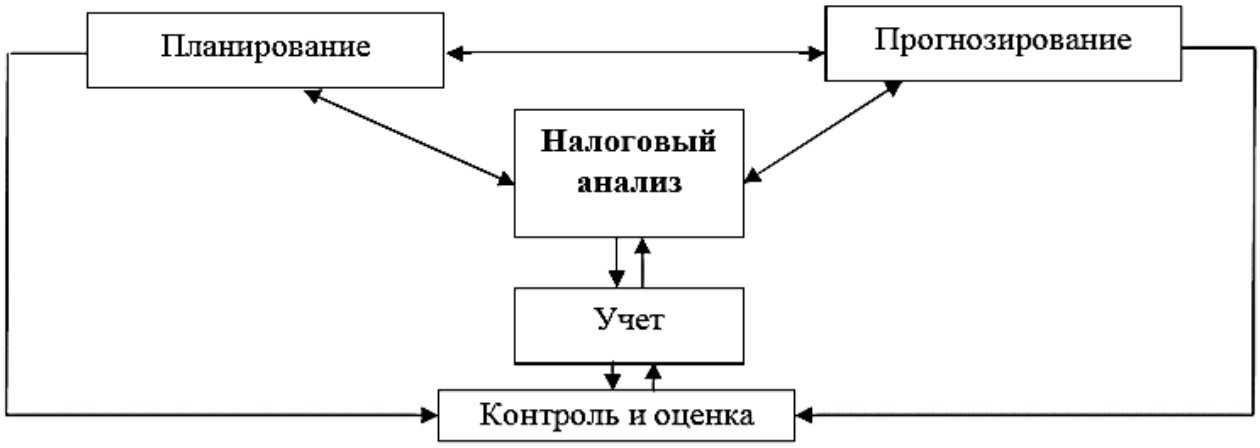


Рисунок 3 – Место налогового анализа в системе управления

При изучении налогового анализа можно применять различные признаки его классификации, так как он является одним из видов экономического анализа. На рисунке 4 представлены различные классификационные признаки и виды проводимого анализа в зависимости от различные критериев, исходя из информации, взятой из экономической литературы [5, 6, 9].

Рисунок 4 – Признаки классификация налогового анализа

Как правило, в практической деятельности отдельные виды налогового анализа практически не встречаются, поскольку для реализации эффективных решений в процессе управления налоговой политикой могут использоваться в сочетании видов налогового анализа.

Осуществление результативного налогового анализа в настоящий момент невозможно без использования ПК и АСУ, так как это значительно снижает трудоемкость осуществляемого анализа и повышает оперативность принимаемых решений.

Проведение налогового анализа должно базироваться на нормативно-правовой базе в области налогообложения и организуется через методику аналитических исследований. К основным составляющим методики организации налогового анализа можно отнести следующее:

- установление целей и задач исследования;

- определение объектов исследования и выбор системы рассчитываемых показателей;

- выбор информационной базы проводимого анализа;

- выбор способов и методов для исследования;

- оформление результатов исследования и определение круга пользователей.

Налоговое консультирование в РФ представляет собой вид профессиональной деятельности, связанной с услугами по оптимизации налогообложения, применению норм действующего налогового законодательства по проблемным вопросам, предложениями по поиску оптимальных вариантов налоговых систем с целью уменьшения налоговых платежей в бюджет субъектами предпринимательской деятельности, разработкой учетной политики в области налогообложения и др. При проведении налогового консультирования используют элементы налогового анализа.

Проведенный анализ по изучению инструментария налогового

консультирования свидетельствует о том, что в настоящий момент он практически не изучен. В настоящий момент к подобному инструментарию можно отнести анализ финансово-хозяйственной деятельности, а также налоговый анализ, в процессе которого можно выявить ранее не применяемые возможности и направления принятия эффективных налоговых управленческих решений.

Объект налогового анализа в налоговом консультировании – совокупность определенных показателей налогообложения и их влияние на финансово-хозяйственную деятельность налогоплательщика.

Налоговый анализ, используемый в налоговом консультировании, проводят в установленной последовательности (рис. 5).

Рисунок 5 – Характеристика этапов проведения налогового анализа

Также налоговый анализ может применяться в процессе налогового администрирования как важный компонент обоснования бюджетного процесса в части налоговых доходов (рис. 6).

Рисунок 6 – Организация налогового анализа в налоговом администрировании

Налоговое администрирование в РФ на уровне субъектов и муниципальных образований занимаются различные органы исполнительной власти, налоговые и таможенные службы. Качественное проведение бюджетного и налогового анализа может существенно повлиять на финансовое состояние субъектов РФ и муниципальных образований.

Налоговый анализ, как правило, следует использовать при осуществлении процесса формирования бюджетов различных уровней. Выводы, полученные в ходе проведения налогового анализа, необходимо в обязательном порядке использовать при формировании бюджетно-налоговых отношения на уровне различных субъектов РФ. Это позволит создать эффективные схемы межбюджетных отношений, сформировать действенные стратегии и

разработать эффективные программы развития территорий.

Организация аналитической работы в налоговом администрировании и консультировании состоит в нахождении и оптимальных вариантов налогообложения и основывается принципах, представленных на рисунке 7.

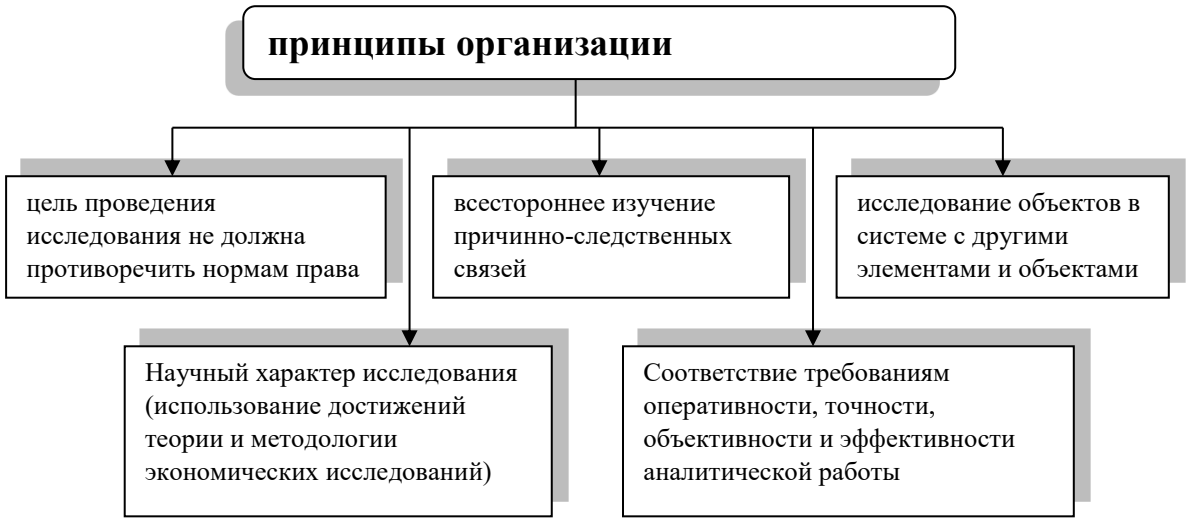


Рисунок 7 – Принципы организации аналитической работы налогового анализа

Аналитические работы, связанные с проведением налогового анализа, включают в себя следующее:

- сбор входной первичной информации;

- группировку и обобщение исходных данных, и выявление факторов, влияющих на показатели;

- подготовку и составление различных отчетов и таблиц;

- составление прогнозов деятельности налоговых органов и налогоплательщиков.

Для решения аналитических задач в процессе осуществления налогового анализа важным моментом является выбор инструментария аналитика. В настоящий момент аналитическая работа в налоговом администрировании и консультировании проводится поэтапно (рис. 8).

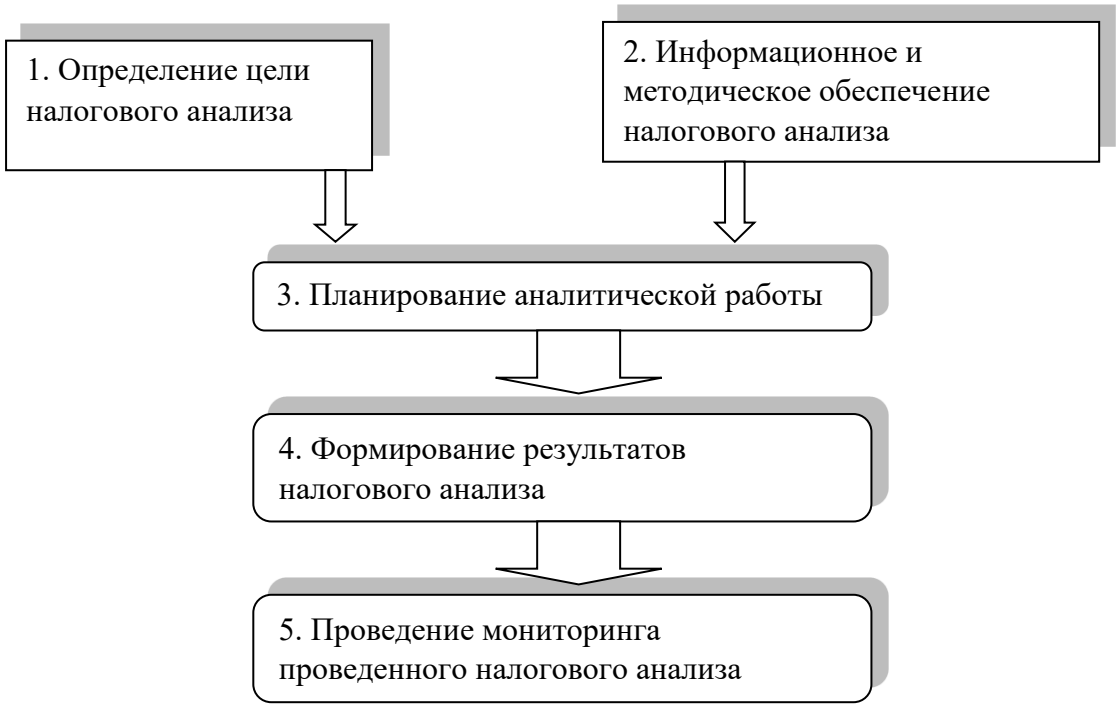


Рисунок 8 – Поэтапное осуществление аналитической работы налогового анализа

Определение цели проводимого налогового анализа, установление его связи с другими функциями управления, состава финансовых и экономических служб и их взаимосвязь осуществляется на первом этапе аналитической работы.

Следующий этап работы по проведению налогового анализа позволяет сформировать первичные данные, необходимые для дальнейшей их обработки и группировки с последующим использованием.

Третий этап посвящен планированию аналитической работы с целью построения экономико-математической модели. Данная модель позволит выявить влияние налоговых платежей на планируемые результаты функционирования субъекта хозяйствования или определенной отрасли экономики.

Формирование результатов проведенной аналитической работы по налоговому анализу происходит на следующем этапе. Пользователь может

получить выходную аналитическую информацию в виде таблиц, графическом виде.

Последний этап аналитических работ предполагает постоянный мониторинг за полученными в ходе налогового анализа результатами и рекомендациями. Это этап достаточно важен, так как позволяет осуществлять постоянный контроль результатов внедрения для оценки экономического эффекта.

На организацию аналитической работы по налоговому анализу специалистов налоговых и финансовых служб могут влиять определенные факторы, снижающие эффект от проведения подобных работ и негативно воздействующие на рассчитанные показатели налогообложения. К таким факторам можно отнести следующее: изменение в нормативно-законодательных актах в области налогообложения, арифметические ошибки, отсутствие необходимых для проведения анализа программных продуктов.

Выводы. Налоговый анализ является неотъемлемой частью системы управления как на макроуровне, так и на микроуровне.

Применение методики комплексного налогового анализа тесно связано:

- с оценкой выполнения налоговых обязательств отчетных периодов и составления прогнозов ситуации в социально-экономической сфере различных субъектов РФ;

- с расчетами обоснованности сбора налоговых платежей, анализа контрольной;

- с анализом выполнения контрольной функции налоговых органов.

Это позволит повысить степень поступления в бюджетные доходы РФ налоговых платежей. Поэтому при формировании бюджетной части субъектов РФ важно использовать результаты проведения налогового анализа.

Технология ведения аналитической работы по налоговому анализу в налоговом консультировании и администрировании тесно связана с поиском рациональных путей воздействия на показатели налогообложения. Наличие

качественного информационного и методического обеспечения – важный нюанс осуществления результативного налогового анализа. Аналитическая информация для целей налогового анализа в налоговом консультировании должна отражать реальные количественные параметры налоговых последствий, их динамику и тенденции изменения. Налоговый анализ в системе управления налоговой политикой помогает охарактеризовать налоговую политику на микро- и макроуровнях.

Применение методики комплексного налогового анализа тесно связано с оценкой выполнения налоговых обязательств отчетных периодов и составления прогнозов ситуации в социально-экономической сфере различных субъектов РФ; с расчетами обоснованности сбора налоговых платежей; с анализом выполнения контрольной функции налоговых органов. Это позволит повысить степень поступления в бюджетные доходы РФ налоговых платежей. Поэтому при формировании бюджетной части субъектов РФ важно использовать результаты проведения налогового анализа.

Список использованной литературы:

1. Сайт Федеральной налоговой службы РФ. URL: http://www.nalog.ru/ (дата обращения: 01.04.2021).
2. Налоговый кодекс Российской Федерации. URL: http://www.consultant.ru /document/cons_doc_LAW_28165/ (дата обращения: 01.04.2021).
3. Основные направления бюджетной, налоговой и таможенно-тарифной политики на 2020 год и на плановый период 2021 и 2022 годов. URL: http://www. https://minfin.gov.ru/ru/statistics/docs/budpol_taxpol/?id_39=123006-proekt_osnovnykh_ napravlenii_byudzhetnoi_nalogovoi_i_tamozhenno-tarifnoi_politiki_na_2019_god_i_na_ planovyi_period_2020_i_2021_godov/ (дата обращения: 01.04.2021).
4. *Бондарчук Н.В., Карпасова З.М.* Финансовый анализ для целей налогового консультирования. М.: Вершина, 2006. 192 с.
5. Вылкова Е.С., Романовский М.В. Анализ налоговых поступлений: учебное пособие. СПб.: Питер, 2007. 633 с.
6. *Миронова О.А., Ханафеев Ф.Ф.* Налоговое администрирование: учебное пособие. М.: Омега-Л, 2005. 408 с.
7. *Попова Л.В., Варакса Н.Г.* Налоговый анализ: учебное пособие для высшего профессионального образования. Орел: ФГОУ ВПО «Госуниверситет – УНПК», 2011. 165 с.
8. *Савицкая Г.В.* Анализ эффективности деятельности предприятия. М.: Новое знание, 2010. 234 с.
9. *Симанова И.А., Клочко С.Н.* Моделирование влияния налогообложения на финансовую устойчивость предприятия в системе налогового менеджмента // Сборник научных

трудов «Анализ состояния и направления развития приморских регионов России». 2017. Вып. 1. С. 222-226.
10. *Чипуренко Е.В.* Методология налогового анализа и оценки влияния системы налогообложения на деятельность коммерческих организаций: дис. … д-ра. экон. наук: 08.00.12 / Елена Викторовна Чипуренко. Москва, 2011. 363 с.
11. Приказ ФНС РФ от 30 мая 2007 года № ММ-3–06/333@ «Об утверждении Концепции системы планирования выездных налоговых проверок». URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/ (дата обращения: 01.04.2021).

References:

1. *Site of the Federal Tax Service of the Russian Federation* (In Russian). Available at: http://www.nalog.ru/ (accessed 01.04.2021).
2. *Nalogovyj kodeks* [Tax code of the Russia] (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_28165/ (accessed 01.04.2021).
3. *Osnovnye napravleniya byudzhetnoj, nalogovoj i tamozhenno-tarifnoj politiki na 2020 god i na planovyj period 2021 i 2022 godov* [The main directions of the budget, tax and customs tariff policy for 2020, the planning period of 2021 and 2022]. (In Russian). Available at: http://www. https://minfin.gov.ru/ru/statistics/docs/budpol_taxpol/?id_39=123006-proekt_osnovnykh_napravlenii_byudzhetnoi_nalogovoi_i_tamozhenno-tarifnoi_politiki_na_2019_god_i_na_planovyi_period_2020_i_2021_godov/ (accessed 01.04.2021).
4. Bondarchuk N.V., Karpasova Z.M. *Finansovyj analiz dlja celej nalogovogo konsul'tirovanija* [Financial analysis for tax consulting purposes]. Moscow, Vershina Publ., 2006, 192 p. (In Russian).
5. Vylkova E.S., Romanovsky M.V. *Analiz nalogovyh postuplenij* [Analysis of tax revenues]. St. Petersburg, Piter Publ., 2007, 633 p. (In Russian).
6. Mironova O.A., Hanafeev F.F. *Nalogovoe administrirovanie* [Tax administration]. Moscow, Omega-L Publ., 2005, 408 p. (In Russian).
7. Popova L.V., Varaksa N.G. *Nalogovyj analiz* [Tax analysis]. Orel, Gosuniversitet-UNPK Publ., 2011, 165 p. (In Russian).
8. Savitskaya G.V. *Analiz jeffektivnosti dejatel'nosti predprijatija* [Analysis of the company's performance]. Moscow, Novoe znanie Publ., 2010, 234 p. (In Russian).
9. Simanova I.A., Klochko S.N. Modelirovanie vlijanija nalogooblozhenija na finansovuju ustojchivost' predprijatija v sisteme nalogovogo menedzhmenta [Modeling the impact of taxation on the financial stability of an enterprise in the tax management system]. *Sbornik nauchnyh trudov «Analiz sostojanija i napravlenija razvitija primorskih regionov Rossii»* [Collection of scientific papers “Analysis of the state and direction of development of the coastal regions of Russia”], 2017, no. 1, pp. 222-226 (In Russian).
10. Chipurenko E.V. *Metodologija nalogovogo analiza i ocenki vlijanija sistemy nalogooblozhenija na dejatel'nost' kommercheskih organizacij Diss. ... dokt. ekon. nauk* [Methodology of tax analysis and assessment of the impact of the tax system on the activities of commercial organizations. Dr. econ. sci. diss.]. Moscow, 2011, 363 p. (In Russian).
11. *Postanovlenie FNS RF ot 30 maja 2007 goda «Ob utverzhdenii Koncepcii sistemy planirovanija vyezdnyh nalogovyh proverok»* [The order of the Federal Tax Service of the Russian Federation N MM-3–06/333@ of May 30, 2007, “On approval of the Concept of the on-site tax audit planning system”] (In Russian). Available at: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_55729/ (accessed 01.04.2021).

Сведения об авторе / Information about author

Рысина Виктория Александровна
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
vika_daria@mail.ru

Rysina Victoria Alexandrovna
Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of economics
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Ordzhonikidze str., 82
vika_daria@mail.ru

УДК 378:001.895 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_307**

Серёгин С. С., Уколов А. И., Родионов В. П.

ИННОВАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ СОВРЕМЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА

Аннотация. В приведенной статье показаны направления развития инновационных технологий в научных исследованиях современного университета. Приведены аргументы по улучшению материально-технической базы вуза в целях созданию условий для появления инновационного продукта как конечного звена в цепи реализации инновационной технологии, а также при обучении студентов на технических (инженерных) специальностях. В статье обоснованы предпосылки и актуальность инновационной деятельности для эффективного экономического развития малого инновационного предприятия, рассмотрены причины низкой инновационной активности и предложены возможные направления совершенствования инновационной деятельности на малых предприятиях. На примере КГМТУ приведены возможные направления стратегического партнерства по обеспечению высокого качества производимых на основе комплексного сотрудничества вуза с заинтересованными организациями продукции, работ и услуг по использованию в производстве виброкавитационных технологий.
Ключевые слова: малое инновационное предприятие, инновационная технология, университет, преподаватель, инновации, инновационная деятельность.

Seregin S.S., Ukolov A.I., Rodionov V.P.

INNOVATIVE TECHNOLOGIES IN SCIENTIFIC RESEARCH OF A MODERN UNIVERSITY

Abstract. This article shows the directions of development of innovative technologies in scientific research of a modern university. Arguments are given for improving the material and technical base of the university in order to create conditions for the emergence of an innovative product as the final link in the chain of implementation of innovative technology, as well as when teaching students in technical (engineering) specialties. The article substantiates the prerequisites and relevance of innovative activity for the effective economic development of a small innovative enterprise, considers the reasons for low innovative activity and suggests possible directions for improving innovative activity at small enterprises. On the example of KSMTU, possible directions of strategic partnership are given to ensure high quality of products, works and services for the use of vibration cavitation technologies in production on the basis of complex cooperation of the university with interested organizations.
Keywords: small innovative enterprise, innovative technology, university, teacher, innovation, innovative activity.

Введение. В последние несколько лет, после принятия Федерального закона от 02.08.2009 № 217-ФЗ «О внесении изменений в отдельные акты Российской Федерации по вопросам создания бюджетными научными и образовательными учреждениями хозяйственных обществ в целях практического применения (внедрения) результатов интеллектуальной деятельности», позволившего вузам создавать малые инновационные

предприятия (МИП) с целью внедрения инновационных технологий, в России была проведена большая работа по созданию таких предприятий. В этой связи, в условиях современной, постоянно изменяющейся экономики, для своего формирования высшим учебным заведениям следует постоянно выполнять маркетинговый анализ рынка образовательных и других услуг. Такое прогнозирование позволяет оперативно реагировать на изменения внешних условий и выявлять востребованные образовательные и научные работы, услуги, разрабатывать многовариантные идеи своего поведения.

При безусловном приоритете решаемых образовательных целей и задач, в стратегии своего совершенствования, вузы также должны учитывать рыночные условия функционирования современных хозяйствующих субъектов, отличаться эффективным управлением, умением коммерциализировать результаты научно-исследовательской деятельности. Иначе, функционируя в конкурентной среде, они не смогут предоставлять качественное образование, которое для них является одним их основных приоритетов.

Современный университет характеризуется повышенными требованиями к высшему к высшему инженерному образованию, в том числе содействие качественному образованию, усиление технологических инноваций, развитие высоких достижений науки и технологий и реализация индустриализации.

Таким образом, углубление реформы практического инженерного образования и усиление развития у студентов инженерных, инновационных способностей являются первоочередной задачей университетского образования, чтобы адаптироваться к развитию новой эпохи [1], [2].

В последнее время, чтобы соответствовать требованиям подготовки кадров в университетах продвигается реформа образования, связанная с коммерциализацией инновационного инженерного продукта. Подобные преобразования имеют свои положительные и полезные свойства. Внедрение в производство результатов собственной интеллектуальной деятельности воспитывает у студентов всесторонние качества, новаторские способности,

понимание основных практических проектов [3].

Как основной носитель и платформа преподавания современного университета, техническая подготовка является важным практическим средством обучения и средством инновационного, качественного образования.

Цель исследования – оценка значения малых инновационных предприятий на примере Керченского государственного морского технологического университета. Обсуждение достигнутых результатов, научных возможностей, а также перспективы развития малого инновационного предприятия в сотрудничестве с высшим учебным заведением.

Материалы и методы исследования. Изучением вопросов, связанных с современными особенностями функционирования и развития малых инновационных предприятий при бюджетных образовательных учреждениях высшего образования, перспективах их деятельности с учётом требований рынка и внедрения систем управления организаций занимались представители отечественных научных школ, в том числе связанной с конкретной деятельностью МИПов, описанием научно-производственного аспекта их функционирования, направлений развития на перспективу с характеристикой стратегических направлений реализации производимой продукции [2], [3].

Для проведения исследования были использованы общенаучные методы – анализ, синтез, обобщение, индукция.

Техническая составляющая методологии исследования заключается в комплексном анализе технологии использования гидродинамической кавитации в судостроении, пищевой промышленности и энергетике. Кроме того, авторами выполнено обобщение реализованных инженерно-технических проектов и поиск новых научных направлений внедрения собственных разработок [4], [5], [6], [7]. Применена систематизация конкретных этапов развития малого инновационного предприятия технологического университета [2], [3].

Методология исследования основывалась на применении системного

анализа к обобщению теоретических и практических материалов по оценке эффективности деятельности хозяйствующих субъектов.

Результаты исследования и их обсуждение. Инновационные технологии – это набор методов и инструментов, направленных на поддержку этапов внедрения той или иной инновации. Различают следующие виды инновационных технологий: обучение, внедрение, консалтинг, инжиниринг и трансмиссия. Одним из приоритетных инновационных направлений с учетом педагогической и научной специализации Керченского государственного морского технологического университета (КГМТУ) является разработка и внедрение вибрационной технологии вибрации в вибрацию в различных отраслях экономики. С развитием новых технологий и в результате инновационной деятельности в университете могут создаваться инновационные продукты, которые могут быть в конкретном материале или в другой форме.

В этих условиях исследована возможность полезного применения кавитации в промышленном производстве, с использованием экологически чистых и производительных высоконапорных суперкавитационных струйных потоков воды [4], [5], [6], [7].

Контролируемое обрастание на корпусе судна может помочь улучшить эксплуатационные характеристики судов и снизить стоимость доставки. Кроме того, своевременная очистка может эффективно минимизировать воздействие на окружающую среду, например, распространение инвазивных водных видов в международном судоходстве. Недавно разработанная авторами система кавитационной очистки является перспективным инженерным продуктом [4]. Выполненные исследования, показывают, что геометрия сопла: диаметр входного и выходного отверстия, а также их расположение и конфигурация, сильно влияет на возникновение кавитации и последующую работу сконструированного устройства, оказывает очевидное влияние на эффективность удаления биообрастания. Выполненные расчеты оптимальной геометрии устройств и разработанный авторами водолазный инструмент

позволили превзойти по многим параметрам широко используемые в настоящее время гидравлические дисковые механизированные щётки, которые являются наиболее распространенными в мире средствами подводной очистки судов.

В рамках инновационной деятельности малого инновационного предприятия представлена разработка и экспериментальное тестирование эффективности кавитационной системы очистки для предприятий по переработке рыбы [8]. Обработка рыбы сопряжена со значительным риском бактериального заражения, которое может вызвать порчу рыбы и создать угрозу для здоровья потребителей. Хорошая производственная гигиена и меры предосторожности, в дополнение к регулярной очистке перерабатывающих предприятий, необходимы для снижения риска загрязнения [9]. Результаты показывают, что кавитационная система может давать удовлетворительные результаты при очистке предприятий по переработке рыбы, тем самым сводя к минимуму возможность распространения загрязнения. Предлагаемая концепция позволяет создать автоматизированную систему очистки, сократить человеческий труд, повысить рентабельность отрасли и стабильность процесса очистки.

На физику и химию нелинейно колеблющихся пузырьков кавитации сильно влияет растворенный газ в окружающей жидкости [10]. В процессе кавитации происходит рост зародыша в жидкости, и последующее схлопывание образовавшегося газового пузыря. Коллапс происходит за микросекунды и может считаться адиабатическим. Во время коллапса достигается большая концентрация энергии, что приводит к локальной температуре в несколько тысяч Кельвинов [11], [12]. Эта энергия распространяется по окружающей среде во время схлопывания, так что температура газа в горячей точке быстро возвращается к окружающему значению. Растворенный газ присутствует в жидкости в виде ядер кавитации. Ядра стабилизируются частицами пыли, твердыми частями системы или амфифильными молекулами или другими

загрязнениями [8]. Авторами работы [5], [6] рассмотрено влияние кавитации на концентрацию растворенного кислорода. Комбинация газа и пара определяет тепловые свойства пузыря во время схлопывания, а растворенный газ может изменять радиальную динамику коллапса за счет переноса массы в пузырек и из него, а также за счет затухания колебаний из-за неоднородностей в поле давления. Контролируемую кавитацию можно использовать для управления содержанием газа в жидкости. Это представляет интерес как новый тип деаэраторов при антикоррозийной обработки воды.

Проведенные авторами многолетние научные и экспериментальные исследования свидетельствуют о наличии большого потенциала в дальнейшем совершенствовании разработанных им технологий и технических средств для использования в различных промышленных и хозяйственных отраслях. В этих технических средствах предусмотрено управление создаваемой кавитацией, что позволяет, при должной подготовке эксплуатационного персонала, оперативно осуществлять регулировку и настройку параметров рабочих органов для обеспечения наибольшей эффективности проявлений воздействия кавитационного поля, в зависимости от особенностей и условий производимых работ. В условиях развивающейся экономики Республики Крым – крупного промышленного центра и главной здравницы юга России, запатентованные авторами разработки могут быть востребованы в производственных и технологических процессах судостроения и судоремонта, технического обслуживания кораблей и судов, медицины и курортологии, пищевой промышленности, виноделии, сельского хозяйства, выращивания и переработки морепродуктов, обслуживания и ремонта инженерных сетей и сооружений ЖКХ.

Для реализации поставленных задач при Керченском государственном морском технологическом университете создано малое инновационное предприятие (МИП) ООО «Кавипауэр», деятельность которого направлена на организацию исследований и практического применения вибротехнологий в

малоизученной сфере промышленного производства. Благодаря этому преподаватели ведущих кафедр вуза рассматривают выпускающих ими студентов как участников в научной работе по выбранному предприятием направлению и успешному внедрению их разработок в промышленном производстве. МИП ООО «Кавипауэр» по мере приобретения знаний и практического опыта в перспективе создаст условия для становления в Керчи и Крыму регионального научно-производственного центра при КГМТУ, компетентного по разработке, производству, применению, сертификации и сбыту продукции кавитационных вибротехнологий.

В настоящее время, для проведения в КГМТУ научной и производственной деятельности по применению в промышленном производстве кавитационных вибротехнологий, представляется целесообразным подготовить и утвердить программу выполнения ООО «Кавипауэр» первоочередных работ, с целью:

- создания научной и производственной базы для исследования, разработки, производства и сертификации применения в промышленном производстве продукции новейших кавитационных вибротехнологий, которая может быть востребована в регионах Крыма и причерноморской зоны России;

- применения в производствах: судостроения и судоремонта, эксплуатации и технического обслуживания кораблей и судов, строительства, ремонта и обслуживания стационарных и плавучих гидротехнических сооружений, виноделия, медицины и курортологии, сельского хозяйства, пищевой промышленности, выращивания и переработки морепродуктов, ремонта и обслуживания инфраструктуры ЖКХ и других производствах химической, нефтедобывающей и нефтеперерабатывающей промышленности;

- получения практического опыта проведения научных, конструкторских и экспериментальных работ в области исследования и применения кавитационных вибротехнологий;

- организации, совместно с другими производителями, изготовления,

настройки и регулировки, сертификации и сбыта струйнокавитационного водолазного инструмента серии «КавиМакс», а также производства и испытания другой продукции, использующей применение запатентованных вибротехнологий и технических средств;

- создания условий, путем использования собственных возможностей и кооперационных связей с другими партнерами (научными и производственными организациями, ВУЗами, предприятиями малого и среднего бизнеса, другими заинтересованными юридическими лицами), для увеличения объемов научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок, производимых работ и услуг по использованию в промышленном производстве кавитационных вибротехнологий;

- продвижения на экспорт и внутренний рынок производимой продукции запатентованных кавитационных вибротехнологий и технических средств;

- разработки научных и информационных материалов (книг, учебных и наглядных пособий, технической документации) для ознакомления специалистов (инженеров, техников, студентов ВУЗов и др.) с новыми понятиями и закономерностями кавитационных вибротехнологий, а также решением практических задач по использованию кавитации как полезного явления;

- проведения консультаций и производственно-технического обучения специалистов по применению кавитационных вибротехнологий и реализующих их технических средств.

Для осуществления такой первоочередной программы целесообразно разрабатывается план осуществления конкретных работ, в котором предусмотрено:

- поэтапное создание (дооборудование) материально-технической базы (МТБ) КГМТУ для научной и производственной деятельности;

- разработка и утверждение к производству работ технического задания на проектирование создания (дооборудования) МТБ для разработки,

производства, испытания, сертификации и сбыта продукции гидрокавитационных технологий;

- разработка, в соответствии с утвержденным техническим заданием и исходными данными для проектирования, проектной документации для создания МТБ.

В процессе проектирования необходимо определить:

- назначение, состав и производственную программу МТБ; востребованность в производственных площадях и вспомогательных помещениях, состав и планировку производственных участков, размещение и оснащение рабочих мест;

- энергетическое обеспечение создаваемого производства (электроэнергией, связью, водоснабжением, удалением промышленных и бытовых стоков, теплоснабжением, газоснабжением, вентиляцией);

- состав средств технологического, промышленного и общепроизводственного оснащения, параметры мест подключения потребителей;

- состав (сводную спецификацию) основного и вспомогательного оборудования, средств оснащения, в т.ч. для выполнения легководолазных работ, КИП, инструмента, приспособлений производственной мебели и инвентаря, других необходимых средства оснащения и оргтехники;

- согласованный перечень проектной документации первого этапа МТБ, что предусматривает определение круга лиц, допущенных к формированию проектной документации, и план-график строительства первого этапа с исполнителями работ.

- этапы создания (дооборудования) и освоения (ввода в эксплуатацию) МТБ, включая привлечение наемных работников со стороны, а также аренды необходимого оборудования у сторонних организаций в целях восстановления, обслуживания и ремонту инженерных систем ЖКХ и водоснабжения городов Республики Крым.

На последующих этапах научной и производственной деятельности ООО «Кавипауэр» будут выполнены мероприятия:

- маркетинговые исследования применения и сбыта продукции гидрокавитационных вибротехнологий, востребованных в различных отраслях и производствах Республики Крым;

- сбор исходных данных для исследования пользующихся спросом продукции, работ и услуг с целью их совершенствования;

- создание рекламного сайта для обмена с заинтересованными лицами информацией по ознакомлению с новейшими разработками производимой продукции гидрокавитационных вибротехнологий и их применением в производстве;

- организация при КГМТУ постоянно действующей экспозиции продукции гидрокавитационных вибротехнологий, работ и услуг, технических средств, технической литературы и документации, рекламной продукции;

- периодические презентации применения в производстве технологий и технических средств гидрокавитационных вибротехнологий;

- подготовка, издание и распространение рекламных материалов на предлагаемую для сбыта продукцию гидрокавитационных вибротехнологий (оборудование, инструмент, средства технологического оснащения, техническую документацию, работы и услуги);

- организация серийного производства и сбыта востребованных на рынках сбыта технологий, технических средств, работ и услуг;

- разработка, издание и передача покупателям технической документации (эксплуатационной, учебной, ремонтной) на применение в производстве суперкавитационной технологии и технических средств;

- развитие партнерства и кооперационных связей для развития и реализации программ совместной научной, исследовательской, производственной и коммерческой деятельности.

- поиск и установление делового сотрудничества с российскими и

иностранными фирмами, специализированным на изучении и информационном обслуживании новых разработок с целью продвижения на рынки сбыта запатентованных в РФ разработок в области применения суперкавитационных вибротехнологий;

- создание условий для широкого участия студентов и преподавателей КГМТУ в научной, исследовательской, производственной и коммерческой деятельности, проводимой ООО «Кавипауэр»;

- подготовка к публикации с участием исследователей, партнеров и студентов КГМТУ книг и научных статей по новым разработкам применения гидрокавитации;

- оказание содействия в подготовке для подачи в Роспатент заявок на получение патентов по изобретениям с участием научных сотрудников и студентов КГМТУ;

- организация поиска потенциальных заказчиков использования в производстве продукции кавитационной вибротехнологии (технических средств, инструмента, технической документации, работ и услуг и др.) и проведение производственно-технического обучения и консультаций для технического персонала заказчиков по использованию суперкавитационных технологий и технических средств.

При разработке и реализации намеченной КГМТУ инновационной программы следует уделять особое внимание развитию стратегического партнерства. Такими партнерами в Крыму могут быть организационные структуры МО РФ (ВМФ); Пограничной службы ФСБ России; МЧС РФ; Морской спасательной службы «Морречфлота»; АО «Судостроительный завод имени Б.Е. Бутомы», ООО «Керчь-Рыба», ГУП РК «Керченские морские порты», ООО «Доркомтехника» (г. Москва); компании «Крона-Плюс» (г. Москва); предприятий высокотехнологичных отраслей промышленности – судостроения и приборостроения, производства композиционных материалов, тонкой химии, фармацевтики, биотехнологии; организаций туризма и

санаторно-курортного лечения, агропромышленного комплекса, энергетики, строительного комплекса, эксплуатации обслуживания и ремонта инфраструктуры систем водоснабжения и ЖКХ Крыма.

Под партнерством следует понимать договорные отношения вуза со своими партнерами, являющимися потребителями образовательных услуг и результатов НИОКР, участвующими и реализующими совместно с вузом долгосрочные целевые программы в области кавитационных вибротехнологий.

Целью стратегического партнерства является обеспечение высокого качества производимых на основе комплексного сотрудничества вуза с заинтересованными организациями продукции, работ и услуг по использованию в производстве виброкавитационных технологий, путем объединения интеллектуального потенциала, материальных, финансовых и трудовых ресурсов.

Стратегическое партнерство может осуществляться в следующих формах:

– долгосрочной программы подготовки специалистов по применению кавитационных вибротехнологий и технических средств;

– создания и развития базы для проведения производственно-технического обучения специалистов;

– создания в вузе и использование современной учебно-исследовательской лабораторной базы кавитационных вибротехнологий;

– проведение совместных научно-исследовательских и опытно-конструкторских работ, привлечение вузовских ученых и специалистов к созданию и трансферту инновационной продукции;

– создание совместных научно-образовательных и инновационных структур для производства, применения и сбыта производимой продукции работ и услуг.

Выводы. Таким образом, малые инновационные предприятия могут являться связующим звеном между промышленным предприятием и университетом, что приводит к необходимости преобразования существующих

технологий. Внедрение и развитие инновационных технологий создают для них конкурентные преимущества, предоставляя возможность заполнить увеличение доли рынка своей продукцией и заполнить новые сегменты ринка. Современные тенденции экономического развития свидетельствуют о том, что малый бизнес, который разрабатывает и внедряет инновации, нуждается в государственной протекции. Необходимо осознать, что способность создавать инновации являются мощным фактором конкурентоспособности и развития экономики. Затраты на разработку новых продуктов и процессов - это инвестиции в будущее развития сегментов промышленности. В современной рыночной экономике именно инновационная деятельность является определяющим фактором, обеспечивающим условия для стабильного и долгосрочного экономического развития малых предприятий. Одним из направлений развития инновационного предпринимательства является развитие стратегического партнерства между вузами и МИПами, приводящее, в конечном итоге, к созданию инновационной продукции.

Список использованной литературы:

1. *Xuehua Li, Zhikai Cao, Long Chen, Zhongyun Jiang*. Consideration On Construction and Development of University Engineering Training Center // Procedia Engineering. 2011. Vol. 15. P. 4194-4199. DOI: 10.1016/j.proeng.2011.08.787.
2. *Панов Б.Н., Кибенко В.А., Серёгин С.С., Ломакин П.Д.* Особенности функционирования и развития малых инновационных предприятий при бюджетных образовательных учреждениях высшего образования // Ученые записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Экономика и управление. 2016. Т. 2 (68). № 1. С. 186-193.
3. *Кибенко В.А., Серёгин С.С.* Малые инновационные предприятия вуза: особенности функционирования // Актуальные проблемы социально-экономического развития общества: сборник трудов по материалам III научно-практической конференции филиала ФГБОУ ВО «КГМТУ» в г. Феодосия / Под общей редакцией Е.П. Масюткина. Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2018. С. 28-32.
4. *Старовойтов П.П., Уколов А.И., Родионов В.П.* Инновационный инструмент подводной очистки // Вестник Керченского государственного морского технологического университета. 2019. Вып. 4. С. 105-117.
5. *Уколов А.И., Родионов В.П., Старовойтов П.П.* Гидрокавитационное струйное удаление внутренностей у обезглавленных рыб // Вестник Камчатского государственного технического университета. 2019. Т. 48. С. 43-48. DOI: 10.17217/2079-0333-2019-48-43-48.
6. *Уколов А.И., Родионов В.П., Уколова Ю.В.* Деаэрация питательной воды в процессе гидродинамической кавитации // Сборник тезисов докладов участников пула научно-

практических конференций ФГБОУ ВО «Керченский государственный морской технологический университет». Керчь, 2020. С. 92-94.
7. *Уколов А.И.* Влияние кавитационной обработки воды на окисление поверхности металла // Сборник трудов по материалам II Национальной научно-практической конференции преподавателей и аспирантов «Морские технологии: проблемы и решения – 2020». Керчь, 2020. С. 72-75.
8. *Crum L.A.* Nucleation and stabilization of microbubbles in liquids // Appl. Sci. Res. 1982. Vol. 38. No. 1. P. 101-115. DOI: 10.1007/BF00385941.
9. *Lars Andre Langøyli Giske, Emil Bjørlykhaug, Trond Løvdal, Ola Jon Mork*. Experimental study of effectiveness of robotic cleaning for fish-processing plants // Food Control. 2019. Vol. 100. P. 269-277. DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.01.029.
10. *Joost Rooze, Evgeny Rebrov, Jaap C. Schouten, Jos T.F. Keurentjes*. Dissolved gas and ultrasonic cavitation – A review // Ultrasonics Sonochemistry. 2013. Vol. 20. P. 1-11.
11. *Flannigan D.J., Suslick K.S.* Plasma formation and temperature measurement during single-bubble cavitation // Nature. 2005. Vol. 434. No. 7029. P. 52-55. DOI: 10.1038/nature03361.
12. *Hiller R., Putterman S.J., Barber B.P.* Spectrum of synchronous picoseconds sonoluminescence // Phys. Rev. Lett. 1992. Vol. 69. No. 8. P. 1182-1184. DOI: 10.1103/PhysRevLett.69.1182.

References:

1. Xuehua Li, Zhikai Cao, Long Chen, Zhongyun Jiang. Consideration On Construction and Development of University Engineering Training Center. *Procedia Engineering*, 2011, vol. 15, pp. 4194-4199. (In English). DOI: 10.1016/j.proeng.2011.08.787.
2. Panov B.N., Kibenko V.A., Seryogin S.S., Lomakin P.D. Osobennosti funktsionirovaniya i razvitiya malykh innovatsionnykh predpriyatiy pri byudzhetnykh obrazovatel'nykh uchrezhdeniyakh vysshego obrazovaniya [Features of the functioning and development of small innovative enterprises at budgetary educational institutions of higher education]. *Uchenyye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Ekonomika i upravleniye* [Scientific notes of the Crimean Federal University named after V. I. Vernadsky. Economics and Management], 2016, vol. 2 (68), no. 1, pp. 186-193. (In Russian).
3. Kibenko V.A., Serogin S.S., Masyutkin E.P. (ed.) Malyye innovatsionnyye predpriyatiya vuza: osobennosti funktsionirovaniya [Small innovative enterprises of the university: features of functioning]. *Sbornik trudov po materialam 3 nauchno-prakticheskoy konferentsii filiala FGBOU VO «KGMTU» v g. Feodosiya «Aktual'nyye problemy sotsial'no-ekonomicheskogo razvitiya obshchestva»* [Collection of works based on the materials of the 3rd scientific-practical conference of the branch of the FSBEI HE “KGMTU” in Feodosia “Actual problems of socio-economic development of society”]. Kerch, KSMTU Publ., 2018, pp. 28-32. (In Russian).
4. Starovoytov P.P., Ukolov A.I., Rodionov V.P. Innovatsionnyy instrument podvodnoy ochistki [The innovative tool for underwater cleaning]. *Vestnik KGMTU* [KSMTU Bulletin], 2019, issue 4, pp. 105-117. (In Russian).
5. Ukolov A.I., Rodionov V.P., Starovoytov P.P. Gidrokavitatsionnoye struynoye udaleniye vnutrennostey u obezglavlennykh ryb [Hydrocavitation jet removal of viscera in decapitated fish]. *Vestnik Kamchatskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. [Bulletin of Kamchatka State Technical University], 2019, vol. 48, pp. 43-48. (In Russian). DOI: 10.17217/2079-0333-2019-48-43-48.
6. Ukolov A.I., Rodionov V.P., Ukolova Yu.V. Deaeraciya pitatel'noj vody v processe gidrodinamicheskoj kavitacii [Deaeration of feed water during hydrodynamic cavitation]. *Sbornik tezisov dokladov uchastnikov pula nauchno-prakticheskih konferencij FGBOU VO «Kerchenskij gosudarstvennyj morskoj tekhnologicheskij universitet»* [Collection of abstracts of participants in the pool of scientific and practical conferences «Kerch State Maritime

Technological University»]. Kerch, 2020, pp. 92-94. (In Russian).
7. Ukolov A.I. Vliyanie kavitacionnoj obrabotki vody na okislenie poverhnosti metalla [Influence of cavitation treatment of water on oxidation of the metal surface]. *Sbornik trudov po materialam 2 Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii prepodavatelej i aspirantov «Morskie tekhnologii: problemy i resheniya – 2020»* [Proceedings of the 2nd National Scientific and Practical Conference of Teachers and Postgraduates «Maritime Technologies: Problems and Solutions – 2020»]. Kerch, 2020, pp. 72-75. (In Russian).
8. Crum L.A. Nucleation and stabilization of microbubbles in liquids. *Appl. Sci. Res*., 1982, vol. 38, no. 1, pp. 101-115. (In English). DOI: 10.1007/BF00385941.
9. Lars Andre Langøyli Giske, Emil Bjørlykhaug, Trond Løvdal, Ola Jon Mork. Experimental study of effectiveness of robotic cleaning for fish-processing plants. *Food Contro*l, 2019, vol. 100, pp. 269-277. (In English). DOI: 10.1016/j.foodcont.2019.01.029.
10. Joost Rooze, Evgeny Rebrov, Jaap C. Schouten, Jos T.F. Keurentjes. Dissolved gas and ultrasonic cavitation – A review. *Ultrasonics Sonochemistry*, 2013, vol. 20, pp. 1-11. (In English).
11. Flannigan D.J., Suslick K.S. Plasma formation and temperature measurement during single-bubble cavitation. *Nature*, 2005, vol. 434, no. 7029, pp. 52-55. (In English). DOI: 10.1038/nature03361.
12. Hiller R., Putterman S.J., Barber B.P. Spectrum of synchronous picoseconds sonoluminescence. Phys. Rev. Lett., 1992, vol. 69, no. 8, pp. 1182-1184. (In English). DOI: 10.1103/PhysRevLett.69.1182.

Сведения об авторах / Information about authors

Серёгин Станислав Сергеевич
канд. экон. наук, доцент кафедры экономики
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
seregin2@gmail.com

Seregin Stanislav Sergeevich
Ph.D. (Econ.), Associate Professor of the Department of Economics
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
seregin2@gmail.com

Уколов Алексей Иванович
канд. физ.-мат. наук, доцент кафедры математики, физики и информатики
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
ukolov_aleksei@mail.ru

Ukolov Alexey Ivanovich
Ph.D. (Phys.-Math.), Associate Professor at the Department of mathematics, physics and informatics
Kerch State Marine Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
ukolov_aleksei@mail.ru

Родионов Виктор Петрович
д-р техн. наук, доцент, консультант отдела обеспечения научно-исследовательской деятельности
Керченский государственный морской технологический университет
298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82
vik-rodio@yandex.ru

Rodionov Victor Petrovich
Dr. Sci. (Engin.), Associate Professor, Consultant of the Department of Research and Development Support
Kerch State Maritime Technological University
298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82
vik-rodio@yandex.ru

УДК 658:639.2/.3 **DOI: 10.47404/2619-0605_2021_2_322**

Сушко Н.А.

РАЗРАБОТКА МЕХАНИЗМА ОБЕСПЕЧЕНИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ РЫБОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Аннотация. Предметом исследования выступает механизм экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия. Выделены различные научные подходы к способам и методам создания модели экономической безопасности предприятия. Определены последовательные действия, реализация которых направлена на формирование необходимого уровня экономической безопасности предприятия. Сформулировано определение и конкретизирована сущность системы экономической безопасности. Выделены обязательные структурные элементы, составляющие систему обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия. Сформулированы основные принципы формирования системы экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия: учета специфики хозяйственной деятельности, приоритетности реализации превентивных защитных мер, комплексности реализации защитных мероприятий, адаптивности к изменению внешней среды и внутренней структуры предприятия, взаимосогласованности между всеми составляющими системы экономической безопасности предприятия, рациональности в выборе защитных мероприятий, экономической эффективности, взаимосвязи с экономической безопасностью, отрасли, региона, государства и личности.
Ключевые слова: рыбохозяйственное предприятие, экономическая безопасность, механизм, модель, элементы.

Sushko N.A.

DEVELOPMENT OF A MECHANISM FOR ENSURING THE ECONOMIC SECURITY OF A FISHING ENTERPRISE

Abstract. The subject of the study is the mechanism of economic security of a fishing enterprise. Various scientific approaches to the ways and methods of creating a model of economic security of the enterprise are highlighted. Consistent actions are defined, the implementation of which is aimed at forming the necessary level of economic security of the enterprise. The definition is formulated and the essence of the economic security system is specified. The mandatory structural elements that make up the system of ensuring the economic security of a fishing enterprise are highlighted. The basic principles of the formation of the system of economic security of the fishery enterprise are formulated: taking into account the specifics of economic activity, the priority of implementing preventive protective measures, the complexity of implementing protective measures, adaptability to changes in the external environment and internal structure of the enterprise, mutual coordination between all components of the economic security system of the enterprise, rationality in the choice of protective measures, economic efficiency, relationship with the economic security of the industry, region, state and individual.
Keywords: fisheries enterprise, economic security, mechanism, model, elements.

Введение

В условиях происходящих экономических преобразований, начинают проявляться различные проблемы рынка, требующие не только теоретического обоснования, но и детального научного осмысления. К числу

наиболее острых следует отнести проблемы обеспечения безопасности деятельности хозяйствующих субъектов рыбохозяйственного комплекса, что обусловлено их ролью в процессе обеспечения продовольственной безопасности государства. Обеспечение приемлемого уровня экономической безопасности предприятий рыбохозяйственного комплекса в условиях действия санкционных режимов выступает важнейшей задачей, стоящей перед нашим государством. Несмотря на принимаемые Правительством России меры, направленные на поддержку указанной отрасли, в рамках реализации политики импортозамещения, остаются нерешенными ряд вопросов, в том числе касающиеся безопасного функционирования хозяйствующих субъектов.

Деятельность каждого рыбохозяйственного предприятия обусловлена множеством динамичных корпоративных отношений и многочисленными связями. При этом она осуществляется в условиях действия тех или иных угроз, которые могут дестабилизировать предприятие и повлечь опасность для его жизнедеятельности. Поэтому на предприятии рыбной отрасли должна функционировать эффективная система обеспечения экономической безопасности, которая была бы многогранной как по структуре, так и по связям.

Научно-практическая значимость исследования определяется актуальностью поставленных задач и уровнем разработанности проблематики в области обеспечения приемлемого уровня экономической безопасности на основе моделирования на предприятиях рыбохозяйственного комплекса.

Целью исследования является разработка механизма обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия в виде концептуальной модели системы ее обеспечения, позволяющей учитывать всю совокупность угроз, с которыми сталкиваются хозяйствующие субъекты.

Материалы и методы исследования

Формирование оптимальной и эффективно действующей системы требует не только квалифицированных специалистов в этой сфере и

надлежащей подготовки топ-менеджеров, но и соответствующих научных методов, прежде всего, моделирования.

Применение моделирования как научного метода познания позволит раскрыть системный характер обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия в форме модели.

В современной научной мысли фактически нет единого системного подхода к созданию теоретической модели системы обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур, в частности коллективного предприятия. Отсутствие такой модели приводит к тому, что на практике организуют обеспечение экономической безопасности предприятия бессистемно и односторонне, сводя к охране.

Современные ученые и практики по-разному подходят к разработке моделей системы обеспечения экономической безопасности предпринимательских структур, предлагая собственный набор структурных элементов, существенно отличающихся между собою.

В одном случае их недостаточно для того, чтобы система достигала поставленных целей, в другом – есть лишние, то есть их функционирование является неэффективным с точки зрения их вклада в достижение целей, в связи с чем являются затратными, а в третьем – включает элементы системы развития. Кроме того, научных исследований по «разработке модели системы обеспечения экономической безопасности коллективного предприятия практически не было» [1].

Используя для разработки системы обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия такой научный метод как моделирование, следует исходить из его сущности и содержания.

Моделирование представляет собой исследование объектов познания на их моделях. В свою очередь, исследование, познание тех или иных явлений – это, прежде всего, умственная деятельность, которая осуществляется под контролем сознания в форме моделей [2].

Модель сознания – «совокупность процедур и декларативных описаний, с помощью которых в интеллектуальных системах имитируется часть сознательной человеческой деятельности, имеющей вербальный характер. В науке под моделью понимают отображение любым способом процессов, происходящих в реальном объекте, или образец, макет конструкции чего-нибудь, воспроизведенный в уменьшенном или увеличенном виде» [3, с. 122].

По мнению С.В. Крошилина, «модель системы обеспечения экономической безопасности предприятия, кроме формирования научного системного подхода к обеспечению экономической безопасности, должна предусматривать еще и механизмы концентрации и маневрирования силами и средствами в соответствии с определенными целями и задачами с учетом изменений в характере и интенсивности возникающих угроз. В интересах обеспечения безопасности концентрация предусматривает эффективное использование сил и средств и повышение эффективности труда персонала в этой сфере» [4, с. 58].

При создании системы обеспечения экономической безопасности предприятия В.В. Неудачин предлагает придерживаться следующих «этапов:

1) выявление угроз экономической безопасности предприятия;

2) определение возможностей управления угрозами и механизмов противодействия им;

3) разработка механизма прогнозирования состояния объекта, являющегося концентрацией экономических интересов предприятия.

4) разработка локальной нормативно-правовой базы, позволяющей упорядочить функции по обеспечению экономической безопасности предприятия» [5, с. 251].

Результаты исследования и их обсуждение

К числу современных проблем развития рыбохозяйственного комплекса в целом и рыбохозяйственных предприятий в частности, выступающих в качестве системных угроз экономической безопасности в отрасли, можно

отнести следующие:

- проблемы государственного управления отраслью;
- проблемы управления добычей и переработкой водных биоресурсов;
- проблемы организации промысла;
- проблемы развития аквакультуры;
- проблемы охраны водных биоресурсов и контроля на промысле;
- проблемы организации рыбохозяйственной науки;
- проблемы подготовки кадров.

Для решения этих проблем необходимо формировать проблемно ориентированную отраслевую систему обеспечения экономической безопасности, механизм функционирования которой должен включать соответствующие этапы: 1) получение информации об опасности или угрозе; 2) оценка и анализ угрозы; 3) выработка решений и мер по реагированию; 4) определение исполнителей на применение соответствующих сил и средств; 5) конкретные действия исполнителей по устранению, нейтрализации или минимизации опасностей и угроз; 6) формулирование выводов из полученного опыта и его учет их в дальнейшей текущей работе.

Исходя из комплексности и многоуровневости, необходимости концентрации и маневрирования ресурсами, под системой обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия следует понимать совокупность взаимосвязанных элементов, действия которых связаны с необходимостью минимизировать негативное воздействие экзогенных и эндогенных факторов внешней среды для обеспечения эффективного функционирования предприятия и гарантии безопасной экономической среды для дальнейшего развития [6].

При этом структура модели системы обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия будет содержать следующие обязательные блоки и элементы:

1. субъекты обеспечения экономической безопасности;

2. цели и задачи системы безопасности;

3. объекты безопасности (реальный и фиктивный собственный капитал; руководство и персонал предприятия; информационные ресурсы предприятия; объекты интеллектуальной собственности, составляющие собственность предприятия; имидж предприятия);

4. механизмы обеспечения безопасности, основанные на совокупности функций, методов, принципов, форм, средств и сил безопасности;

5. различные функциональные режимы системы обеспечения экономической безопасности, включающие повседневный режим, режим повышенной готовности и режим функционирования предприятия в нестандартных (чрезвычайных) ситуациях;

6. угрозы экономической безопасности.

Схематично теоретическая модель системы обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия представлена на рисунке 1.

Эффективное взаимодействие субъектов обеспечения экономической безопасности и сил в сочетании с качественным выполнением ими своих функций, использованием специальных методов, форм, средств и принципов представляют собой механизм обеспечения экономической безопасности предприятия. Механизмы безопасности формируются для выполнения задач и достижения целей безопасности рыбохозяйственного предприятия. Каждый из субъектов и сил безопасности применяет только свойственные ему механизмы по обеспечению безопасности предприятия [7].

Ключевыми принципами формирования системы экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия следует считать следующие:

– учет специфики хозяйственной деятельности, в частности запасов рыбы в Азово-Черноморском бассейне, погодных условий, пригодных для промышленного лова рыбы, которая является основным сырьем, участвующим в производственном процессе;

Рисунок 1 – Модель системы обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия

– приоритетность реализации превентивных защитных мер, мотивированная тем фактом, что проявление и соответствующая защитная тактика предотвращения негативного воздействия являются существенно менее затратными по сравнению с применением реактивных оперативных действий. Кроме того, раннее выявление и противодействие дают возможность предотвратить или минимизировать возможные потери;

– комплексность реализации защитных мероприятий заключается в необходимости уделить внимание всем функциональным сферам, в т. ч. кадровой, технико-технологической, силовой, информационной и т. д. Ложность противодействия исключительно угрозам в финансовой сфере объясняется тем фактом, что финансовая безопасность является результирующей, но первопричины изменения уровня экономической безопасности могут иметь место в других функциональных составляющих;

– адаптивность к изменению внешней среды функционирования и внутренней структуры заключается в способности сосредоточивать внимание не только на реализации защитных мероприятий, но и в совершенствовании самого процесса обеспечения экономической безопасности, используя все имеющиеся ресурсы, прогнозируя возможные изменения в среде функционирования и учитывая стратегию развития предприятия;

– взаимосогласованность между всеми составляющими системы экономической безопасности предприятия определяет необходимость концентрации усилий, как внутренних, так и внешних, субъектов безопасности для достижения цели, то есть формирование безопасных условий устойчивого развития предприятия;

– рациональность в выборе защитных мероприятий предусматривает формирование совокупности таких организационно-управленческих, режимных, технических, профилактических и пропагандистских мероприятий, реализация которых при минимальных затратах ресурсов давала бы возможность достичь необходимых результатов;

– экономическая эффективность, которая заключается не только в предотвращении возможных потерь и/или минимизации таковых, а и благодаря выявлению дополнительных возможностей – получение дополнительной прибыли предприятием;

– взаимосвязь с экономической безопасностью отрасли, региона, государства и личности.

Несмотря на то, что в обеспечении необходимого уровня экономической безопасности предприятия заинтересованы как на макро-, так и на микроуровне, следует признать, что без приложения максимальных усилий со стороны каждого субъекта хозяйствования достичь этой цели невозможно [8].

Механизм обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия образно можно сравнить с работой часов. Структурно он состоит из разных элементов, каждый из которых выполняет свою функцию, при этом четко согласованную с другими элементами. Система экономической безопасности предприятия также должна иметь такой механизм функционирования, который будет обеспечивать формирование в полном объеме набор мер, необходимых для противодействия угрозе и скоординированное их выполнения, то есть достижение основных целей системы экономической безопасности, используя все соответствующие его составляющие: принципы, функции, формы, методы, силы и средства [9].

Угрозы как элемент системы обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия, играют направляющую роль в ее формировании и функционировании. Именно от того, какой может быть или является угроза, зависит реакция указанной системы [10].

Выводы. Таким образом, моделирование структуры системы обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия позволило исследовать и включить все необходимые системные элементы. Из этой модели видно, что экономическая безопасность рыбохозяйственного предприятия – это глубоко интегрированная в его структуре система, которая

противодействует угрозам, защищая корпоративные экономические интересы и таким образом создает безопасные условия для развития. Разработанная модель также способствует изменению мировоззрения собственников, топ-менеджеров и специалистов по безопасности относительно обеспечения экономической безопасности рыбохозяйственного предприятия, а также ученых во время исследования проблем в этой сфере.

Полученные результаты могут служить теоретической базой формирования основ проектных разработок в области реализации политики безопасности хозяйствующих субъектов. Научные положения могут быть полезны в рамках совершенствования механизма обеспечения экономической безопасности предприятий различных форм собственности.

Список использованной литературы:

1. *Краснощекова Ю.В.* Инновационная безопасность предприятия как залог конкурентоспособности в условиях интеграции // Управление развитием. 2011. № 4 (101). С. 177-178.
2. *Седегов Р.С.* Экономическая безопасность предприятия (фирмы). Мн.: Высшая школа, 2014. 366 с.
3. *Карачаровский В.В.* Организационно-управленческие аспекты экономической безопасности // Общество и экономика. 2018. № 7. С. 122-128.
4. *Крошилин С.В.* Возможные угрозы безопасности экономических информационных систем и методы их устранения // Материалы межвузовской научной конференции профессорско-преподавательского состава «Проблемы и методы управления экономической безопасностью регионов». Коломна: КГПИ. 2018. 78 с.
5. *Неудачин В.В.* Реализация стратегии компании. Финансовый анализ и моделирование. М.: Дело, 2014. 618 с.
6. *Суглобов А.Е., Хмелев С.А., Орлова Е.А.* Экономическая безопасность предприятия: учебное пособие. М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2015. 271 с.
7. Тарасов М.Е. Безопасность предпринимательства: учебное пособие. Якутск, 2018. 217 с.
8. *Сушко Н.А., Колесникова А.В.* Повышение эффективности экономической безопасности предприятия // Теория и практика финансово-хозяйственной деятельности предприятий различных отраслей [Электронный ресурс]: Сборник трудов I Национальной научно-практической конференции (Керчь, 7-8 ноября 2019 г.) / под общ. ред. Е.П. Масюткина. Керчь: ФГБОУ ВО «КГМТУ», 2019. С. 283-287. URL: http://kgmtu.ru/documents/nauka/1economix2019.pdf (дата обращения: 23.05.2021).
9. *Subota M.* Socio-economic security of an enterprise: world experience // Norwegian Journal of Development of the International Science. 2020. № 40-3. P. 19-21. URL: https://cyberleninka.ru/article/n/socio-economic-security-of-an-enterprise-world-experience (дата обращения: 23.05.2021).
10. *Markovina V.N.* Economic security of enterprise // Academy. 2016. № 12 (15). URL: https://cyberleninka.ru/article/n/economic-security-of-enterprise (дата обращения: 23.05.2021).

References:

1. Krasnoshchekova Yu.V. Innovacionnaya bezopasnost' predpriyatiya kak zalog konkurentosposobnosti v usloviyah integracii [Innovative security of the enterprise as a guarantee of competitiveness in the context of integration]. *Upravlenie razvitiem* [Development Management], 2011, no. 4 (101), pp. 177-178. (In Russian).
2. Sedegov R.S. *Ekonomicheskaya bezopasnost' predpriyatiya (firmy)* [Economic security of the enterprise (firm)]. Minsk, Vysshaya shkola Publ., 2014, 366 p. (In Russian).
3. Karacharovsky V.V. Organizacionno-upravlencheskie aspekty ekonomicheskoj bezopasnosti [Organizational and managerial aspects of economic security]. *Obshchestvo i ekonomika* [Society and economy], 2018, no. 7, pp. 122-128. (In Russian).
4. Kroshilin S.V. Vozmozhnye ugrozy bezopasnosti ekonomicheskih informacionnyh sistem i metody ih ustraneniya [Possible threats to the security of economic information systems and methods of their elimination]. *Materialy mezhvuzovskoj nauchnoj konferencii professorsko-prepodavatel'skogo sostava «Problemy i metody upravleniya ekonomicheskoj bezopasnost'yu regionov»* [Materials of the interuniversity scientific conference “Problems and methods of managing the economic security of the regions”]. Kolomna, KGPI Publ., 2018, 78 p. (In Russian).
5. Neudachin V.V. *Realizaciya strategii kompanii. Finansovyj analiz i modelirovanie* [Implementation of the company's strategy. Financial analysis and modeling]. Moscow, Delo Publ., 2014, 618 p. (In Russian).
6. Suglobov A.E., Hmelev S.A., Orlova E.A. *Ekonomicheskaya bezopasnost' predpriyatiya* [Economic security of the enterprise]. Moscow, YUNITI-DANA Publ., 2015, 271 p. (In Russian).
7. Tarasov M.E. *Bezopasnost' predprinimatel'stva* [Enterprise security]. Yakutsk, 2018, 217 p. (In Russian).
8. Sushko N.A., Kolesnikova A.V., Masyutkin E.P. (ed.) Povyshenie effektivnosti ekonomicheskoj bezopasnosti predpriyatiya [Improving the efficiency of the economic security of the enterprise]. *Sbornik trudov 1 Nacional'noj nauchno-prakticheskoj konferencii «Teoriya i praktika finansovo-hozyajstvennoj deyatel'nosti predpriyatij razlichnyh otraslej» (Kerch', 7-8 noyabrya 2019 g.)* [Proceedings of the 1st National Scientific and Practical Conference “Theory and practice of financial and economic activity of enterprises of various industries” (Kerch, November 7-8, 2019)]. Kerch, KSMTU Publ., 2019, pp. 283-287. (In Russian). Available at: http://kgmtu.ru/documents/nauka/1economix2019.pdf (accessed 23.05.2021).
9. Subota M. Socio-economic security of an enterprise: world experience. *Norwegian Journal of Development of the International Science*, 2020, no. 40-3, pp. 19-21. (In English). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/socio-economic-security-of-an-enterprise-world-experience (accessed 23.05.2021).
10. Markovina V.N. Economic security of enterprise. Academy, 2016, no. 12 (15). (In English). Available at: https://cyberleninka.ru/article/n/economic-security-of-enterprise (accessed 23.05.2021).

Сведения об авторе / Information about author

Сушко Надежда Александровна	канд. экон. наук, доцент кафедры экономики Керченский государственный морской технологический университет 298309, Республика Крым, г. Керчь, ул. Орджоникидзе, 82 nadejdasushko@yandex.ua
Sushko Nadezhda Alexandrovna	Ph.D. (Econ.), Associate Professor at the Department of Economics Kerch State Maritime Technological University 298309, Republic of Crimea, Kerch, Ordzhonikidze str., 82 nadejdasushko@yandex.ua