



Научно-практический журнал
Дальневосточного государственного
технического рыбохозяйственного университета.
Издается с 1996 года

Том 63
1 | 2023

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА



ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА
И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ
УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

63



Научно-практический журнал
Дальневосточного государственного
технического рыбохозяйственного университета.
Издается с 1996 года

Том 63
1 | 2023

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

телефон: (423) 244-21-91
e-mail: nauch-tr@dgtru.ru
сайт: <http://nauch-tr.dgtru.ru>

63

SCIENTIFIC JOURNAL OF THE FAR EASTERN
STATE TECHNICAL FISHERIES UNIVERSITY

Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. № 1 (т. 63)

Научный журнал
Издается с 1996 г.
Выходит 4 раза в год

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет». Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 526; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Ю.С. Клочков, доктор технических наук, Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого, Санкт-Петербург

Научный редактор – О.И. Шестак, кандидат исторических наук, начальник Научного управления, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

Ответственный редактор – Л.А. Харитонова, директор ЦПД «Издательство Дальрыбвтуза», Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

Ответственный секретарь – Л.Н. Зуева, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток

Редакционная коллегия:

Н.Н. Ковалёв, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Биотехнологии продуктов питания и биологически активных веществ»;*

С.В. Лисиенко, доктор технических наук, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство»;*

С.Н. Максимова, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Пищевые системы»;*

Б.И. Руднев, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток – *ответственный редактор рубрики «Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)»;*

В.Д. Богданов, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

С.А. Бредихин, доктор технических наук, профессор, Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Москва;

Ли Вэй, кандидат биологических наук, профессор, Даляньский океанологический университет, Далянь, Китай;

И.А. Кадникова, доктор технических наук, профессор, Тихоокеанский филиал «ВНИРО» («ТИНРО»), Дальневосточный федеральный университет, Владивосток;

В.Н. Казаченко, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

Г.П. Кича, доктор технических наук, профессор, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток;

А.И. Крикун, кандидат технических наук, доцент, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

И.В. Матросова, кандидат биологических наук, доцент, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

О.Я. Мезенова, доктор технических наук, профессор, Калининградский государственный технический университет, Калининград;

Нгуен Ву Тхань, профессор, доктор наук, Департамент нематодологии Института экологии и биологических ресурсов Вьетнамской академии наук и технологий (ВАНТ), Ханой, Вьетнам

Т.Н. Пивненко, доктор биологических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

С.Е. Поздняков, доктор биологических наук, профессор, Тихоокеанский филиал «ВНИРО» («ТИНРО»), Владивосток;

С.Д. Руднев, доктор технических наук, доцент, профессор, Кемеровский государственный университет, Кемерово;

Т.Н. Слуцкая, доктор технических наук, профессор, Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток;

А.Н. Соболенко, доктор технических наук, профессор, Морской государственный университет им. адм. Г.И. Невельского, Владивосток;

П.А. Стародубцев, доктор технических наук, профессор, Тихоокеанское высшее военноморское училище им. адм. С.О. Макарова, Владивосток;

О.В. Табакаева, доктор технических наук, доцент, Дальневосточный федеральный университет, Владивосток;

Ю.В. Шокина, доктор технических наук, профессор, Мурманский государственный технический университет, Мурманск.

СОДЕРЖАНИЕ

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ	6
<i>Глебова Е.В.</i> Новые требования к санитарной одежде для работников производства пищевой продукции и общественного питания	6
<i>Глебова Е.В.</i> Изменения пищевого законодательства в области выбора и применения работниками средств индивидуальной защиты	13
<i>Чернова А.В., Петроченкова А.В.</i> Регламентирование содержания контаминанта акриламида в пищевой продукции	20
<i>Чернова А.В., Петроченкова А.В., Демиденко Е.О.</i> Исследование проблемы контаминации пищевых продуктов токсигенными микотоксинами	28
РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО	36
<i>Гинатуллина Е.Н., Титова Н.О., Туйчиев К.С.</i> Методы определения рыбопродуктивности в естественных водоемах Узбекистана (на примере Туябугузского водохранилища)	36
<i>Кириллов А.Ф., Бурмистров Е.В., Аргунов П.В., Журков Ф.Н., Петров И.А.</i> Промысел сибирской ряпушки <i>Coregonus sardinella</i> (Coregonidae, Salmoniformes) в реках Якутии	44
СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)	55
<i>Коршунова Т.Е., Вольнец Р.Д.</i> Инновационные технологии в области двигателей внутреннего сгорания	55

CONTENTS

FOOD SYSTEMS	6
<i>Glebova E.V.</i> New requirements for sanitary clothing for food production and catering workers	6
<i>Glebova E.V.</i> Changes in food legislation in the field of selection and use of personal protective equipment by employees.....	13
<i>Chernova A.V., Petrochenkova A.V.</i> Regulation of the content of the contaminant acrylamide in food products.....	20
<i>Chernova A.V., Petrochenkova A.V., Demidenko E.O.</i> Investigation of the problem of contamination of food products with toxigenic mycotoxins	28
FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES	36
<i>Ginatullina E.N., Titova N.O., Toychiyev K.S.</i> Methods for determining fish productivity in natural water bodies of Uzbekistan (a version for the Tuyabuguz reservoir).....	36
<i>Kirillov A.F., Burmistrov E.V., Argunov P.V., Zhirkov P.N., Petrov I.A.</i> Harvest of least cisco <i>Coregonus sardinella</i> (Coregonidae, Salmoniformes) in the rivers of Yakutia.....	44
MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)	55
<i>Korshunova T.E., Volynets R.D.</i> Innovative production engineering in the field of internal combustion engines	55

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 681.2

Новые требования к санитарной одежде для работников производства пищевой продукции и общественного питания

Елена Велориевна Глебова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, Glebova.ev@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4366-3819>

Аннотация. В современных условиях законодательное и нормативное обеспечение в области производства и реализации пищевой продукции претерпевает существенные изменения. 2022 г. для участников пищевой цепочки не стал исключением, в прошедшем году были внесены изменения в действующие законодательные акты, а также приняты и ожидают введения в действие важные национальные стандарты. Принятый в 2022 г. ГОСТ Р 70231-2022 «Гигиена пищевой продукции, одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания. Требования, основанные на принципах ХАССП» регулирует выбор, применение и обслуживание санитарной одежды предприятиями и организациями, выпускающими и реализующими пищевую продукцию, а также наметил точки сближения стандартов пищевой безопасности со стандартами безопасности труда.

Ключевые слова: пищевые производства, санитарная одежда, нормативная база, гигиенические опасности производства, уровень риска, маркировка специальной одежды

Для цитирования: Глебова Е.В. Новые требования к санитарной одежде для работников производства пищевой продукции и общественного питания // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 6–12.

FOOD SYSTEMS

Original article

New requirements for sanitary clothing for food production and catering workers

Elena V. Glebova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, Glebova.ev@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4366-3819>

Abstract. In modern conditions, legislative and regulatory support in the field of production and sale of food products is undergoing significant changes. The year 2022 was no exception for participants in the food chain; last year, changes were made to the current legislative acts, and important national standards were adopted and are awaiting implementation. Adopted in 2022, GOST R 70231-2022 «Food hygiene, clothing for food production and catering workers. Re-

quirements based on the principles of HACCP» regulates the choice, use and maintenance of sanitary clothing by enterprises and organizations producing and selling food products, and also outlined points of convergence between food safety standards and labor safety standards.

Keywords: food production, sanitary clothing, regulatory framework, hygienic hazards of production, risk level, labeling of special clothing

For citation: Glebova E.V. New requirements for sanitary clothing for food production and catering workers. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):6–12. (in Russ.).

На сегодняшний день пищевое законодательство, а также законодательство в сфере охраны труда претерпевают огромнейшие изменения. Изменился сам подход к организации и обеспечению работников санитарной одеждой и средствами индивидуальной защиты. Появившиеся нововведения касаются как работодателей, так и непосредственно самих работников пищевых производств, следует отметить, что тема охраны труда сегодня очень тесно должна взаимодействовать с темой пищевой безопасности, что определяет необходимость тесного сотрудничества специалистов по охране труда и специалистов по пищевой безопасности.

Происходящие изменения являются результатом принятия и введения в действие большого количества нормативных документов, приказов министерств и ведомств, правил и других законодательных и подзаконных актов Российской Федерации (далее РФ).

Так, в 2022 г. участники пищевой цепочки получили новый нормативный документ, регламентирующий требования к санитарной одежде работников пищевых производств и общественного питания – национальный стандарт Российской Федерации ГОСТ Р 70231-2022 «Гигиена пищевой продукции, одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания. Требования, основанные на принципах ХАССП» [1]. Предыдущей версии у этого стандарта нет, данный документ вводится впервые, он прекращает применение на территории Российской Федерации действие ГОСТ 9896-88 «Комплект женской санитарной одежды. Технические условия» и ГОСТ 9897-88 «Комплект мужской санитарной одежды. Технические условия» с 1 сентября 2023 г.

ГОСТ Р 70231-2022 представляет собой адаптацию немецкого стандарта ДИН 10524:2020-06 «Гигиена пищевой продукции. Одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания» (DIN 10524:2020-06 «Lebensmittelhygiene – Arbeitsbekleidung in Lebensmittelbetrieben»), действующего в Евросоюзе (далее ЕС) [2]. Следует отметить, что названный выше национальный стандарт является не просто переводом с документа с немецкого на русский язык, он является модификацией стандарта ДИН 10524:2020-06 путем замены ссылочных международных стандартов на соответствующие гармонизированные национальные и межгосударственные стандарты, а также путем изменения текста отдельных структурных элементов примененного стандарта, которые выделены курсивом, и включения нового раздела 6 («Маркировка»), которого в стандарте ДИН не было. Оригинальный текст измененных структурных элементов примененного стандарта и объяснение причин внесения технических отклонений приведены в дополнительном приложении ДБ. Для удобства пользователей весь новый текст (в том числе весь раздел 6) в ГОСТ Р 70231-2022 выделен курсивом, а в приложении ДБ дано подробное разъяснение нововведений и причины изменения/добавления текста [1].

Так как ГОСТ Р 70231-2022 приведен в соответствие с законами РФ, то вместо ссылок на директивы и нормы ЕС в его тексте указана ссылка на ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты». В модифицированном стандарте в отличие от немецкого оригинала поставлена новая цель, сформулированная в п. 1 «Область применения»: «целью

настоящего стандарта является реализация принципов ХАССП (НАССР), которые могут рассматриваться как необходимые мероприятия по предотвращению опасностей (или их снижению до приемлемых уровней), связанных с применением одежды для работников, чтобы гарантировать безопасность пищевой продукции» [1]. В стандарте ДИН, как и в наших старых ГОСТах по санитарной одежде, принципы НАССР, обязательные для всех производителей пищевой продукции, не упоминались вообще.

Изложение терминов и определений в разделе 3 «Термины и определения» ГОСТ Р 70231-2022 стало более конкретнее, чем у немецкого первоисточника. Для наглядного сравнения и понимания уровня конкретизации двух важных определений немецкого первоисточника и ГОСТ Р 70231-2022 была составлена табл. 1.

Таблица 1

Конкретизация терминов в ГОСТ Р 70231-2022

Table 1

Specification of terms in GOST R 70231-2022

Определение	Определение в соответствии с ДИН	Определение в соответствии с ГОСТ Р 70231-2022
Скоропортящаяся пищевая продукция	Пищевая продукция, имеющая малый срок годности с микробиологической точки зрения, требующая специально создаваемых температурных режимов хранения и других условий в целях сохранения потребительских качеств [2]	Пищевая продукция, сроки годности которой не превышают 5 дней, если иное не установлено техническими регламентами Таможенного союза на отдельные виды пищевой продукции, требующая специально создаваемых температурных режимов хранения и перевозки (транспортирования) в целях сохранения безопасности и предотвращения развития в ней болезнетворных микроорганизмов, микроорганизмов порчи и (или) образования токсинов до уровней, опасных для здоровья человека [1]
Особо скоропортящаяся пищевая продукция	К особо скоропортящейся пищевой продукции относится пищевая продукция, которая с микробиологической точки зрения может представлять непосредственную опасность для здоровья человека через короткое время [2]	Скоропортящаяся пищевая продукция, сроки годности которой не превышают 72 ч [1]

Ознакомившись с данными, представленными в табл. 1, становится очевидна «размытость» определений стандарта ДИН, что подразумевается под «коротким временем использования» и «малым сроком годности» непонятно. В ГОСТ Р 70231-2022 скоропортящиеся и особо скоропортящиеся продукты четко определены как те, у которых срок годности не превышает 5 и 3 дней соответственно.

Переоценить значимость санитарной одежды для работников пищевых производств и общественного питания невозможно, безусловно, спецодежда для субъектов, относящихся к высоко рисковым областям хозяйственной деятельности, должна подбираться и обслуживаться с учетом повышенной степени гигиенических опасностей. Требования, изложенные в разделе 4 ГОСТ Р 70231-2022, всесторонне раскрывают данную тему и имеют достаточно глубокую детализацию, имеющую высокую степень уточнения. Структура изложения требований раздела 4 «Требования» ГОСТ Р 70231-2022 представлена в табл. 2.

Таблица 2

**Структура изложения требований пункта 4
«Требования» ГОСТ Р 70231-2022**

Table 2

**The structure of the statement of the requirements of paragraph 4
«Requirements» GOST R 70231-2022**

Пункт ГОСТ Р 70231-2022	Название
1	2
4.1	Требования
4.1.1	Общие требования
4.1.2	Комплектация одежды для работников
4.2	Классы риска
4.2.1	Общие требования
4.2.2	Низкий гигиенический риск (RK1)
4.2.3	Высокий гигиенический риск (RK2)
4.2.4	Наивысший гигиенический риск (RK3)
4.3	Требования к предметам одежды для работников
4.3.1	Одежда для работников
4.3.2	Пригодность к повторному использованию
4.4	Применение одежды для работников
4.4.1	Смена одежды для работников
4.4.2	Обслуживание
4.4.3	Внутреннее хранение

Как мы видим из данных табл. 2, в данном разделе ГОСТ Р 70231-2022 говорится о материалах, эксплуатационных характеристиках и конструктивных особенностях конкретных элементов спецодежды, а именно костюмов и халатов, перчаток, головных уборов, обуви и фурнитуры, в этом разделе отличий от стандарта ДИН больше всего. Перечислим самые значимые из них:

- представлена информация о комплектации одежды для работников (одежда, покрывающая торс, руки, ноги; головные уборы; средства защиты бороды, рта, носа; перчатки, обувь, фартуки);
- применение на рабочем месте санитарной одежды, отвечающей требованиям в соответствии с условиями труда (средствами индивидуальной защиты (водонепроницаемые фартуки, утепленная одежда и т.д.);
- добавлено уточнение в пункт 4.3.1.2.2 («Состав»);
- разрешается многослойная верхняя одежда (например, одежду с утеплителями и подкладками, которая нужна для работы в холодильных камерах);
- в пункты 4.3.1.3.2 «Карманы» и 4.3.1.3.4 «Застежки» добавлены ограничения: на спецодежде не должно быть наружных карманов выше пояса, а из застежек допускаются только молнии и кнопки;
- в пункт 4.3.1.4.2 «Перчатки» добавлена рекомендация избегать перчаток из натурального латекса;
- появился пункт 4.3.1.4.3 «Обувь», которого не было в наших старых ГОСТах по санитарной одежде;
- вся спецодежда делится на три класса гигиенического риска – RK1 (низкий гигиенический риск), RK2 (высокий гигиенический риск), RK3 (наивысший гигиенический риск);

- в маркировке спецодежды должен быть указан класс риска, который она представляет;
- маркировка головных уборов, перчаток, обуви и фартуков не является обязательной;
- периодичность стирки санитарной одежды и контроль чистоты определяются в зависимости от класса гигиенического риска;
- уделено внимание защите чистой санитарной одежды от рисков перекрестного загрязнения;
- обслуживание одежды работниками в домашних условиях запрещается из-за санитарно-гигиенических соображений.

Раздел 5 «Описание и классификация основных характеристик одежды для работников по классам риска» представлен требованиями, систематизированными в табличной форме, включающими особые требования к одежде в зависимости от класса риска: общие требования, материал верха, изготовление, пригодность к повторному использованию, прочие предметы одежды, смена одежды для работников, обслуживание, внутреннее хранение.

В разделе 6 «Маркировка» предложен вид пиктограммы с указанием класса риска, которой должен маркироваться каждый предмет одежды, подлежащей обязательной маркировке (рис. 1):



Рис. 1. Пример пиктограммы соответствия одежды для работников требованиям, основанным на принципах ХАССП

Fig. 1. An example of a pictogram for the conformity of clothing for workers with requirements based on the principles of HACCP

Приложения ГОСТ Р 70231-2022 представлены пятью приложениями: одним обязательным «А» и четырьмя справочными «В», «ДА», «ДБ», «ДВ». Рассмотрим их краткую характеристику:

- в обязательном приложении «А» приведены микробиологические нормы, на которые можно ориентироваться при контроле чистоты санитарной одежды после стирки/обработки;
- в справочном приложении «В» представлены рекомендации по ношению одежды для работников (застегнутые пуговицы, покрытие головы в значительной степени, запрещение чистки фартуков на полу и т.д.);
- в справочном приложении «ДА» приведен подробный список физических, химических и биологических опасностей, который может создать неправильный выбор спецодежды и отдельных ее элементов (карманов, перчаток, застежек и т.д.). Пример оценки рисков по санитарной одежде в соответствии с ГОСТ Р 70231-2022 с использованием данных, представленных в приложении «ДА», дан на рис. 2;

Опасности	Опасные факторы	Пункты требований настоящего стандарта	Взаимосвязь опасностей, угрожающих безопасности пищевой продукции, с требованиями настоящего стандарта
Биологические		4.3.1.2.1 Общие требования 4.3.1.2.2 Состав 4.3.1.2.3 Пригодность к повторному использованию	Одежда многоразового использования для работников должна быть пригодной для стирки и, при необходимости, дезинфекции и отделки, а также пригодной для стирки в условиях коммерческой/промышленной стирки в соответствии с надлежащей практикой стирки. Пригодность одежды к промышленной стирке и, при необходимости, дезинфекции, является важным условием предотвращения микробиологического перекрестного загрязнения.
		4.3.1.2.7 Устойчивость окраски к стирке 4.3.1.2.8 Гипохлорит — устойчивость окраски к отбеливанию 4.3.1.2.9 Устойчивость окраски к воде 4.3.1.2.10 Устойчивость окраски к свету	Одежда для работников должна заменяться еженедельно, ежедневно или по мере загрязнения в зависимости от класса риска рабочей зоны. В любой рабочей зоне должна быть предусмотрена более частая смена одежды в случае загрязнения. Для принятия решения о смене одежды необходимо, чтобы загрязнения на одежде были хорошо видны (см. 4.1.7). Поэтому важно, чтобы одежда сохраняла свой цвет в процессе эксплуатации и ухода, чтобы изменение первоначально выбранного цвета не могло повлиять на цветовые различия одежды с ожидаемыми загрязнениями, влияющими на санитарно-гигиеническое состояние.

Рис. 2. Оценка рисков по санитарной одежде в соответствии с ГОСТ Р 70231-2022
Fig. 2. Risk assessment for sanitary clothing in accordance with GOST R 70231-2022

- в справочном приложении «ДБ» представлен перечень отклонений, внесенных в содержание национального стандарта при его модификации по отношению к примененному стандарту;

- в справочном приложении «ДВ» представлен перечень сведений о соответствии ссылочных национальных и межгосударственных стандартов международным стандартам, используемых в качестве ссылочных в примененном стандарте.

Обобщая все вышесказанное, следует отметить, что пищевые производства и предприятия общественного питания, ориентируясь в своей хозяйственной деятельности на положения ГОСТ Р 70231-2022, обеспечат реализацию принципов ХАССП, являющихся обязательными для исполнения на территории Российской Федерации предприятиями, производящими, обрабатывающими и выпускающими в обращение пищевую продукцию, что обеспечит соответствие самого производства и выпускающей продукции санитарно-гигиеническим требованиям посредством выбора, применения и обслуживания санитарной одежды работниками предприятий и организаций. Кроме этого, требования, содержащиеся в ГОСТ Р 70231-2022, предлагают выбор, применение и обслуживание санитарной одежды осуществлять на совместной основе со стандартами безопасности труда, т.е. с учетом необходимости защиты работников от вредных воздействий или опасных факторов, что полностью соответствует современным тенденциям по сближению пищевой безопасности и безопасности охраны труда.

Список источников

1. ГОСТ Р 70231-2022. Гигиена пищевой продукции, одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания. Требования, основанные на принципах ХАССП. Изд. официальное. М: Российский институт стандартизации, 2022. С. 36.
2. DIN 10524:2020-06. Lebensmittelhygiene – Arbeitsbekleidung in Lebensmittelbetrieben. NS-993419. Технические стандарты DIN. Немецкий технический стандарт, 2020. С. 17.

References

1. GOST R 70231-2022. Food hygiene, clothing for food production and public catering workers. Requirements based on the principles of HACCP. Official edition. M.: Russian Institute for Standardization, 2022. From 36.

2. DIN 10524:2020-06. Lebensmittelhygiene – Arbeitsbekleidung in Lebensmittelbetrieben. NS-993419. DIN technical standards. German technical standard, 2020. From 17.

Информация об авторе

Е.В. Глебова – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 9540-4656, AuthorID: 740901.

Information about the author

E.V. Glebova – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 9540-4656, AuthorID: 740901.

Статья поступила в редакцию 23.01.2023, одобрена после рецензирования 02.02.2023, принята к публикации 20.03.2023.

The article was submitted 23.01.2023, approved after reviewing 02.02.2023, accepted for publication 20.03.2023.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 681.2

Изменения пищевого законодательства в области выбора и применения работниками средств индивидуальной защиты

Елена Велориевна Глебова

Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия, Glebova.ev@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4366-3819>

Аннотация. Сегодня пищевое законодательство претерпевает серьезные изменения, которые касаются не только сферы обеспечения качества и безопасности производимой пищевой продукции, но и анализа производственных рисков на пищевых производствах, а также новых подходов к анализу пищевых производственных рисков. Вышедшие изменения в ряде федеральных законов Российской Федерации, подзаконных актах, нормативной и технической документации ознаменовали начало нового периода к организации на предприятиях пищевой промышленности деятельности по обеспечению работников средствами индивидуальной защиты.

Ключевые слова: пищевое законодательство, изменения пищевого законодательства, средства индивидуальной защиты, типовые отраслевые нормы, единые типовые нормы

Для цитирования: Глебова Е.В. Изменения пищевого законодательства в области выбора и применения работниками средств индивидуальной защиты // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 13–19.

FOOD SYSTEMS

Original article

Changes in food legislation in the field of selection and use of personal protective equipment by employees

Elena V. Glebova

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia, Glebova.ev@dgtru.ru, <http://orcid.org/0000-0003-4366-3819>

Abstract. Today, food legislation is undergoing major changes. The changes concern not only the sphere of ensuring the quality and safety of food products, but also the sphere of safety of food production itself. The published changes in a number of Federal Laws of the Russian Federation, by-laws, regulatory and technical documentation marked the beginning of a new period for the organization of activities at food industry enterprises to provide employees with personal protective equipment.

Keywords: food legislation, changes in food legislation, personal protective equipment, standard industry standards, uniform standard standards

For citation: Glebova E.V. Changes in food legislation in the field of selection and use of personal protective equipment by employees. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):13–19. (in Russ.).

За прошедший год в пищевом законодательстве произошло много изменений, касающихся предприятий, производящих пищевую продукцию: появились новые подходы к охране труда и к анализу производственных рисков на пищевых производствах, а также новые подходы к анализу пищевых производственных рисков. Озвученные изменения обусловлены изменениями Трудового кодекса Российской Федерации (далее ТК РФ), появлением новых федеральных законов Российской Федерации, подзаконных актов и нормативных документов. В табл. 1 представлены претерпевшие изменения основные документы, формирующие пищевое законодательство в области управления производственными рисками с уточнением сроков их введения в действие или отмены.

Таблица 1

Документы, формирующие пищевое законодательство в области управления производственными рисками

Table 1

Documents forming food legislation in the field of industrial risk management

№ п/п	Название документа	Примечание
1	2	3
1	Федеральный закон от 02.07.2021 г. № 311-ФЗ «О внесении изменений в Трудовой кодекс Российской Федерации»	Вступил в действие с 1 марта 2022 г.
2	Приказ № 290н «Об утверждении межотраслевых правил обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими средствами индивидуальной защиты»	Приказ 1 сентября 2023 г. утратит силу, и появится другой приказ с другими типовыми нормами
3	Приказ Минтруда РФ от 29.10.2021 г. № 771н «Примерный перечень ежегодно реализуемых работодателем мероприятий по улучшению условий и охраны труда, ликвидации или снижению уровней профессиональных рисков либо недопущению повышения их уровня»	Вступил в действие с 1 марта 2022 г.
4	Приказ Минтруда РФ от 29.10.2021 г. № 772н «Об утверждении основных требований к порядку разработки и содержанию правил и инструкций по охране труда, разрабатываемых работодателем»	Вступил в действие с 1 января 2023 г.
5	Приказ 29.10.2021 г. 773н «Об утверждении форм (способов) информирования работников об их трудовых правах, включая право на безопасные условия и охрану труда»	Вступил в действие с 1 марта 2022 г.
6	Приказ 29.10.2021 г. № 776н «Об утверждении Примерного положения о системе управления охраной труда»	Вступил в действие с 1 марта 2022 г.
7	Приказ 28.12.2021 г. № 926 «Об утверждении рекомендаций по выбору методов оценки уровней профессиональных рисков и по снижению уровней таких рисков»	Вступил в действие с 1 марта 2022 г.
8	Приказ Минтруда от 29 октября 2021 г. № 766н «Об утверждении Правил обеспечения работников средствами индивидуальной защиты и смывающими средствами»	Вступает в силу 1 сентября 2023 г.

Окончание табл. 1

1	2	3
9	Приказ Минтруда РФ от 29 октября 2021 г. № 767н «Об утверждении единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств»	Вступает в силу 1 сентября 2023 г.
10	ГОСТ Р 70231-2022 «Гигиена пищевой продукции. Одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания»	Вступает в силу 1 сентября 2023 г.
11	№ 426-ФЗ «О специальной оценке условий труда»	Изменения от 4 октября 2022 г.

Из названий документов, представленных в табл. 1, очевидно, что основной направленностью пищевого законодательства в области управления производственными рисками является разработка и использование профилактических мер по предупреждению и недопущению возникновения подобных рисков, что требует от работодателя принятия мер по недопущению профессиональных опасностей на предприятиях, используя средства индивидуальной защиты (далее СИЗ).

Кроме документов, представленных в табл. 1, необходимо назвать еще несколько документов, не претерпевших серьезных изменений, но использование которых обязательно при идентификации, управлении и недопущении производственных рисков: ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты», ОСТ 10286-2001 «Санитарная одежда для работников АПК. Нормы обеспечения. Правила применения и эксплуатации», ГОСТ Р 54762-2011/ISO/TS 22002-1:2009 «Программы предварительных требований по безопасности пищевой продукции. Часть 1. Производство пищевой продукции», Р 2.2.1766-03.2.2 «Гигиена труда. Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки. Руководство».

Для изучения новых требований пищевого законодательства к выбору и применению работниками пищевых производств СИЗ рассмотрим, что вкладывается в это понятие основными документами в области пищевой безопасности.

ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» дает следующее определение СИЗ – это носимое на человеке средство индивидуального пользования для предотвращения или уменьшения воздействия на человека вредных и (или) опасных факторов, а также для защиты от загрязнения [1].

Если мы возьмем определение «санитарная одежда», предложенное ОСТ 10286-2001 «Санитарная одежда для работников АПК. Нормы обеспечения. Правила применения и эксплуатации», то под санитарной одеждой понимается вид специальной защитной одежды, предназначенный для предотвращения или уменьшения влияния на работников вредных биологических факторов (микроорганизмов), общих производственных загрязнений, а также обеспечения санитарно-гигиенических мероприятий производственного процесса [2]. Важным в данном определении является то, что санитарная одежда минимизирует риски именно биологического характера, а значит, исходя из данного определения, можно сделать вывод, что санитарная одежда относится к СИЗ, но все же санитарная одежда выполняет функцию защиты продукта от биологических факторов, и она не является специальной.

Новый ГОСТ Р 70231-2022 «Гигиена пищевой продукции. Одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания» (см. табл. 1) дает определение одежды для работников – одежда, изготовленная для ношения на рабочем месте, требуемые характеристики которой определяются ее применением, выполняемой работой на рабочем месте и требованиями к хранению для ее повторного использования [3], далее по тексту есть уточнение, что в зависимости от условий труда на рабочем месте работнику могут потребоваться специальные СИЗ (например, непроницаемые фартуки, утепленная одежда или перчатки с различными свойствами и т.д.).

Анализируя вышеприведенные определения, мы видим как минимум три понятия в изучаемой области, это «санитарная одежда», «одежда для работников» и «средства индивидуальной защиты», при этом идентичность двух первых определений очевидна, так как санитарная одежда и одежда для работников пищевых предприятий несет защитные функции по микробиологическим параметрам для защиты продукта от биологических рисков, в то время как одежда специальная направлена на минимизацию профессиональных или производственных рисков. Также следует отметить, что санитарная одежда и одежда для работников может быть отнесена к СИЗ, но не все ее функции соответствуют требованиям, предъявляемым к СИЗ.

Перечень того, что именно относится к одежде работников пищевой промышленности, указано в пункте 4.1.6. ГОСТ Р 70231-2022 «Гигиена пищевой продукции. Одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания»: это одежда, покрывающая торс, руки и ноги; головные уборы; специальные защитные элементы (средства защиты бороды, носа, рта), обувь, фартуки и т.д. Однако в ряде случаев в зависимости от специфики производства на рабочем месте помимо санитарной одежды (одежды для работников) могут понадобиться СИЗ.

Анализ данных, представленных в табл. 1, также позволил выявить, что основные изменения в пищевом законодательстве в области управления производственными рисками коснулись именно СИЗ.

Так, в ТК РФ, раздел 10 «Охрана труда», глава 33 «Общие положения», статья 209 «Основные понятия», закреплено определение СИЗ как средства, используемого для предотвращения или уменьшения воздействия на работника вредных и (или) опасных производственных факторов, особых температурных условий, а также для защиты от загрязнения [4]. Данное определение полностью повторяет определение, данное СИЗ в ТР ТС 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты».

Вступление в действие в марте 2022 г. ФЗ № 311 «О внесении изменений в ТК РФ» (см. табл. 1) изменило принципы и подходы к охране труда на пищевых предприятиях, подход к выбору СИЗ и их применению. Анализ изменений ТК РФ, связанных с выбором и применением СИЗ на пищевых предприятиях, представлен в табл. 2.

Таблица 2

**Анализ изменений ТК РФ, связанных с выбором и применением СИЗ
на пищевых предприятиях**

Table 2

**Analysis of changes in the TK of the Russian Federation related to the choice
and use of CIZ in food enterprises**

№ п/п	Структурный элемент ТК РФ	Основные изменения/разъяснения
1	2	3
1	Статья 209, пункт 1 «Основные принципы обеспечения безопасности труда»	Указано два принципа, которые сейчас закреплены в ТК РФ: - предупреждение и профилактика опасностей; - минимизация повреждения здоровья работников. Значит, работодатель должен принять все меры для того, чтобы не допустить или снизить риски профессиональных заболеваний или какого-то негативного воздействия на сотрудников, работодатель должен систематически реализовывать мероприятия по улучшению условий труда, включая снижения уровней профессиональных рисков, т.е. сейчас все действия работодателя должны быть направлены на то, чтобы не допустить рисков на производстве

Продолжение табл. 2

1	2	3
2	Раздел 10 «Охрана труда», глава 33 «Общие положения», статья 209 «Основные понятия»	<p>В ТК РФ появились новые термины, занесенные в ТК РФ на законодательном уровне:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опасность – потенциальный источник нанесения вреда, представляющий угрозу жизни и (или) здоровью работника в процессе трудовой деятельности; - профессиональный риск – вероятность причинения вреда жизни и (или) здоровью работника в результате воздействия на него вредного и (или) опасного производственного фактора при выполнении им своей трудовой функции с учетом возможной тяжести повреждения здоровья; - управление профессиональными рисками – комплекс взаимосвязанных мероприятий и процедур, являющихся элементами системы управления охраной труда (далее СУОТ) и включающих в себя выявление опасностей, оценку профессиональных рисков и применение мер по снижению уровней профессиональных рисков и недопущению повышения их уровней, мониторинг и пересмотр выявленных профессиональных рисков
3	Глава 35 «Права и обязанности работодателя и работника в области охраны труда», статья 214 «Обязанности работодателя в области охраны труда»	<p>ТК РФ говорит о том, что:</p> <ul style="list-style-type: none"> - работодатель обязан обеспечить создание и функционирование СУОТ, все мероприятия должны быть проанализированы, должны быть созданы нормы средств индивидуальной защиты, должны быть выполнены определенные условия для соблюдения безопасного процесса труда – это и есть система (Приказ 776н «Об утверждении примерного положения о СОУТ. Приложение 1 «Примерный перечень опасностей и управления ими»); - выявление опасностей и профессиональных рисков должно происходить систематически, также систематическим должен быть их регулярный анализ и оценка; - работники не допускаются к исполнению ими трудовых обязанностей без прохождения в установленном порядке обучения по охране труда, в том числе обучения по использованию (применению) СИЗ, работодатель должен обязательно провести обучение своих сотрудников по использованию СИЗ; - работодатель должен обязательно информировать работников о существующих профессиональных рисках и их уровнях, а также о мерах по защите от воздействия вредных и (или) опасных производственных факторов, имеющихся на рабочих местах, о предоставляемых им гарантиях, полагающихся им компенсациях и средствах индивидуальной защиты; - работодатель в целях контроля за безопасностью производства имеет право использовать дистанционное видео, аудио или иную фиксацию процессов производства. Вести электронный документооборот в области охраны труда; - работодатель может предоставлять дистанционный доступ к наблюдению за безопасным производством работ федеральному органу исполнительной власти
4	Статья 215 «Обязанности работника в области охраны труда»	<p>Работник обязан:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать и правильно применять средства индивидуальной и коллективной защиты; - проходить в установленном порядке обучение по охране труда, в том числе обучение безопасным методам и приемам выполнения работ, обучение по оказанию первой помощи пострадавшим на производстве, обучение по использованию (применению) средств индивидуальной защиты

Окончание табл. 2

1	2	3
5	Статья 216 «Права работника в области охраны труда»	Права: - получение достоверной информации от работодателя о мерах по защите от воздействия вредных и/или опасных производственных факторов
6	Статья 221 «Обеспечение работников средствами индивидуальной защиты»	Указывается, что работодатель обязан разработать нормы бесплатной выдачи СИЗ и смывающих средств. Эти нормы работодатель обязан разработать на основании единых типовых норм выдачи средств индивидуальной защиты и смывающих средств в соответствии с Приказом 767н (см. табл. 1), с учетом результатов специальной оценки условий труда (в соответствии с 426-ФЗ), результатов оценки профессиональных рисков (Приказ № 926, см. табл. 1)

Анализируя изменения, внесенные в ТК РФ и представленные в табл. 2, мы видим реализацию риск-ориентированного подхода, заключающегося в том, что сейчас работодатель имеет право самостоятельно с учетом специфики производства, в зависимости от особенностей технологического процесса разработать нормы выдачи СИЗ для своего предприятия, не опираясь на стандарты, регламентирующие применение СИЗ для определенных профессий, ранее работодатель был обязан закупить требуемые СИЗ, и не было никакого законодательного основания обеспечить работников дополнительными СИЗ при необходимости с учетом специфики предприятия.

Внедрить разрабатываемые на предприятии нормы бесплатной выдачи СИЗ и смывающих средств работодатель должен до 31 декабря 2024 г., т.е. с 1 января 2025 г. предприятия уже должны работать по нормам бесплатной выдачи СИЗ и смывающих сред, которые будут разработаны индивидуально для предприятия.

Обобщая все вышесказанное, следует отметить, что изменения, произошедшие в пищевом законодательстве в области анализа производственных рисков на пищевых предприятиях, требуют от руководства предприятиями четких шагов по планированию действий в данной области с целью недопущения нарушений требований законодательства Российской Федерации. Так, на сегодняшний день еще действуют типовые отраслевые нормы в соответствии с Приказом 290н «Межотраслевые правила обеспечения работников специальной одеждой, специальной обувью и другими СИЗ» (см. табл. 1), по окончании срока действия данного приказа начнется переходный период, который продлится до 13 декабря 2024 г.

В указанный период будут действовать типовые отраслевые нормы и единые типовые нормы (далее ЕТН) и правила, соответствующие Приказу 766н (см. табл. 1), а с 1 января 2025 г. у нас будут действовать только ЕТН и правила, на основании которых руководство предприятия должно установить нормы бесплатной выдачи СИЗ и смывающих средств работникам с учетом результатов специальной оценки условий труда, результатов оценки профессиональных рисков, мнения выборного органа первичной профсоюзной организации или иного уполномоченного представительного органа работников (при наличии такого представительного органа). А также работодатель за счет своих средств обязан в соответствии с установленными нормами обеспечивать своевременную выдачу СИЗ, их хранение, а также стирку, химическую чистку, сушку, ремонт и замену СИЗ [4].

Список источников

1. ТР ТС 019/2011. О безопасности средств индивидуальной защиты. URL: <https://www.novotest.ru/tr-ts/019-2011/tr-ts-019-2011.pdf> (дата обращения: 08.02.2023). Текст: электронный.

2. ОСТ 10286-2001. Санитарная одежда для работников АПК. Нормы обеспечения. Правила применения и эксплуатации. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044304> (дата обращения: 08.02.2023). Текст: электронный.

3. ОСТ Р 70231-2022. Гигиена пищевой продукции. Одежда для работников производства пищевой продукции и общественного питания». URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/785/78508.pdf> (дата обращения: 08.02.2023). Текст: электронный.

4. Трудовой кодекс Российской Федерации от 30.12.2001 № 197-ФЗ (ред. от 19.12.2022) (с изм. и доп., вступ. в силу с 11.01.2023). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683 (дата обращения: 08.02.2023). Текст: электронный.

References

1. TR CU 019/2011. On the safety of personal protective equipment. URL: <https://www.novotest.ru/tr-ts/019-2011/tr-ts-019-2011.pdf> (date of access: 08.02.2023). Text: electronic.

2. OST 10286-2001. Sanitary clothing for agricultural workers. Security standards. Rules of application and operation. URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200044304> (date of access: 08.02.2023). Text: electronic.

3. GOST R 70231-2022. Hygiene of food products. Clothing for food production and catering workers. URL: <https://files.stroyinf.ru/Data/785/78508.pdf> (date of access: 08.02.2023). Text: electronic.

4. The Labor Code of the Russian Federation No. 197-FZ of 30.12.2001 (as amended on 19.12.2022) (with amendments and additions, intro. effective from 11.01.2023). URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_34683 (date of access: 08.02.2023). Text: electronic.

Информация об авторе

Е.В. Глебова – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры управления техническими системами, SPIN-код: 9540-4656, AuthorID: 740901.

Information about the author

E.V. Glebova – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Technical Systems Management, SPIN-code: 9540-4656, AuthorID: 740901.

Статья поступила в редакцию 08.02.2023, одобрена после рецензирования 09.02.2023, принята к публикации 21.03. 2023.

The article was submitted 08.02.2023, approved after reviewing 09.02.2023, accepted for publication 21.03.2023.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Научная статья

УДК 664

Регламентирование содержания контаминанта акриламида в пищевой продукции

Антонида Викторовна Чернова¹, Анастасия Вячеславовна Петроченкова²

^{1,2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ Chernova.av@dgtru.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8143-7228>

² nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

Аннотация. В Российской Федерации постоянно совершенствуется система токсиколого-гигиенической оценки и контроля химических контаминантов пищевой продукции за счет использования новых методов их анализа и получения актуальных научных данных и заключений по обоснованию допустимых уровней их содержания. Из-за отсутствия контролируемых норм содержания в пищевых продуктах канцерогена акриламида существует острая необходимость разработки и внедрения методики достоверного количественного определения и контроля его содержания в пищевых продуктах со сложным компонентным составом, которая может быть использована в практике испытательных лабораторий. Рассмотрены закономерности появления акриламида в пищевых продуктах и установлены механизмы его влияния на здоровье человека при потреблении. Также описаны и проанализированы существующие методы контроля акриламида в пищевых продуктах (метод газовой хроматографии – масс-спектрометрии и метод жидкостной хроматографии и тандемной масс-спектрометрии) и разработан проект рекомендаций по регламентированию акриламида в пищевых продуктах.

Ключевые слова: акриламид, контаминация, канцероген, пищевая продукция, безопасность, метод, органическое соединение, рекомендации

Для цитирования: Чернова А.В., Петроченкова А.В. Регламентирование содержания контаминанта акриламида в пищевой продукции // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 20–27.

FOOD SYSTEMS

Original article

Regulation of the content of the contaminant acrylamide in food products

Antonida V. Chernova¹, Anastasia V. Petrochenkova²

^{1,2}Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ Chernova.av@dgtru.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8143-7228>

² nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

Abstract. In the Russian Federation, the system of toxicological and hygienic assessment and control of chemical contaminants in food products is constantly being improved through the use of new methods for their analysis and obtaining up-to-date scientific data and conclusions to justify the permissible levels of their content. Due to the lack of controlled standards for the content of the carcinogen acrylamide in foods, there is an urgent need to develop and implement a method for reliable quantitative determination and control of its content in foods with a complex component composition, which can be used in the practice of testing laboratories. The article examined the regularities of the appearance of acrylamide in food products and established the mechanisms of its effect on human health when consumed. The existing methods for the control of acrylamide in food products (gas chromatography-mass spectrometry method and liquid chromatography and tandem mass spectrometry method) are also described and analyzed, and draft recommendations on the regulation of acrylamide in food products have been developed.

Keywords: acrylamide, contamination, carcinogen, food products, safety, method, organic compound, recommendations

For citation: Chernova A.V., Petrochenkova A.V. Regulation of the content of the contaminant acrylamide in food products. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):20–27. (in Russ.).

Введение

Стратегической задачей в области обеспечения населения безопасной пищевой продукцией является повышение ее качества и развитие производства с учетом обязательного нормирования вредных веществ. Наибольшую опасность для здоровья потребителей представляют природные загрязнители и химические токсины.

Регламентирование контаминантов в пищевой продукции является важной задачей для всех стран. В Российской Федерации показатели безопасности закреплены в техническом регламенте Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» и в сопутствующих технических регламентах на пищевую продукцию, что дает возможность их контроля, а также минимизации и сокращения общественно опасных последствий.

Современные потребители отдают предпочтение пищевой продукции без содержания различного рода пищевых добавок, забывая о входящих в ее состав естественных химических соединениях, которые под воздействием высоких температур и комбинации с другими элементами и веществами могут трансформироваться и переходить в разряд опасных для человека. Так, с точки зрения безопасности в ряде зарубежных стран все большее значение приобретает такое химическое соединение, содержащееся в пищевых продуктах, как акриламид (АА). В России данный показатель не нормируется и, соответственно, не контролируется, а также не установлен допустимый уровень его безопасного ежедневного потребления.

Целью данной работы является разработка проекта рекомендаций по нормированию акриламида в пищевой продукции, обеспечивающего ее безопасность для здоровья потребителей.

Задачи исследований:

- установить закономерности появления акриламида в пищевых продуктах;
- изучить влияние акриламида на здоровье человека;
- дать анализ методам определения акриламида в пищевых продуктах;
- разработать проект рекомендаций по регламентированию акриламида в пищевых продуктах.

Результаты и их обсуждение

Акриламид считается канцерогенным соединением, которое может образовываться в результате приготовления определенных продуктов, особенно продуктов растительного проис-

хождения, богатых углеводами и с низким содержанием белка, при высоких температурах (выше 120 °С) (жарка, выпечка, приготовление на гриле). При кипячении и приготовлении на пару он обычно не образуется. В основном АА обнаруживается в картофельных (картофельные чипсы, картофель фри) и зерновых (хлеб, печенье, сухие завтраки) продуктах, в кофе. Также при проведении исследований он был обнаружен в низких концентрациях в продуктах животного происхождения (мясо, рыба), молочной продукции (таблица) [1].

Содержание акриламида в пищевой продукции

The content of acrylamide in food products

Пищевая продукция	Содержание акриламида, мкг/кг
Картофель фри и картофель жареный	20–12000
Чипсы (картофельные)	170–3700
Сухари	30–3200
Мюсли, сухие завтраки	30–1346
Какао-продукция	50–500
Масло арахисовое	64–457
Тосты, хлеб, хлебцы, печенье	70–430
Чипсы (кукурузные)	34–416
Кофейный порошок	170–351
Миндаль жареный	260
Шоколадная продукция	75
Пиво	30–70
Семечки жареные	66
Мясо	30–64
Детское питание	41
Рыбная продукция	30–39

Согласно установленным данным наибольшее количество акриламида попадает в организм человека с хлебом (60–80 %), печеньем и крекерами (5–12 %), жареным картофелем (до 8 %), картофельными и кукурузными чипсами (около 5 %), так как именно эти продукты больше всего потребляются за день [6].

Акриламид не поступает в пищевую продукцию из упаковки или окружающей среды, а в основном образуется в результате взаимодействия аспарагина (свободной аминокислоты) с редуцирующими сахарами (глюкозой и фруктозой) в рамках реакции Майяра. Также может синтезироваться при термическом распаде жиров под влиянием высоких температур. В результате происходит образование акролеина, который при дальнейших химических реакциях приводит к возникновению акриламида [2].

Акриламид, всасываясь из желудочно-кишечного тракта, распределяется по всем органам и интенсивно метаболизируется. Биологически активный метаболит акриламида, глицидаид, является наиболее вероятной причиной генных мутаций и опухолей, наблюдаемых в научных исследованиях.

Акриламид в пище присутствует уже давно, с тех пор как человек начал термически обрабатывать пищу. В 2002 г. группа европейских ученых опубликовала результаты исследования, выявившего наличие акриламида в некоторых печеных и жареных блюдах. До этого момента подобных исследований никто не проводил, так как вещество не является кулинарным ингредиентом, и никто не предполагал, что оно может содержаться в продуктах. Ученые провели исследования, в результате которых было выяснено, что акриламид в слишком вы-

соких концентрациях может влиять на здоровье и оказывать канцерогенный эффект, как правило, на репродуктивную систему (через кровеносную систему может попадать в плод беременной женщины, а также накапливаться в грудном молоке) [8].

Акриламид метаболизируется в печени и в больших дозах воздействует на нервную систему человека, вызывая ее повреждение, обладает острой нейротоксичностью (провоцирует судороги, нарушение координации), оказывает влияние на структурное изменение генов (возникновение мутаций).

В дальнейшем наличие АА в пищевых продуктах было подтверждено проведенными исследованиями Продовольственной и сельскохозяйственной организацией ООН (ФАО) совместно с Всемирной организацией здравоохранения (ВОЗ), которые провели консультацию о содержании и влиянии акриламида. В качестве последующих мер было создано международными организациями плана для проведения исследований по акриламиду с целью его детальной оценки, лучшего понимания воздействия на человека и возможных последствий для здоровья. Токсичность АА была оценена Международным агентством по изучению рака (МАИР), по результатам которого было установлено, что безопасное потребление составляет 1 мкг на 1 кг массы тела в сутки. Европейское агентство по безопасности пищевых продуктов (EFSA) провело оценку акриламида и здоровья человека, и уже в 2014 г. опубликовало инфографик об акриламиде в пищевых продуктах с целью повышения осведомленности об этой проблеме, а в 2015 г. была опубликована полная оценка риска содержания акриламида в пищевых продуктах [3].

Управление по контролю за продуктами и лекарствами США (FDA) в настоящее время разрабатывает руководство для промышленности по снижению уровня акриламида в пищевых продуктах. FDA также регулирует количество акриламида в различных материалах, которые вступают в контакт с пищевыми продуктами. Агентство по охране окружающей среды США (EPA) регулирует содержание акриламида в питьевой воде.

Мировые ученые сосредоточились на исследовании различных последствий канцерогена АА для здоровья из-за его высокой токсичности. Уровень токсичности зависит от времени воздействия и дозы.

Пищевые продукты, не подвергающиеся воздействию высоких температур, не содержат значительного количества акриламида. Объединенный комитет ФАО и ВОЗ пришел к выводу, что среднее потребление акриламида (1 мкг на 1 кг массы тела в сутки) не представляет серьезной угрозы для здоровья населения. Однако у людей с высоким уровнем потребления акриламида (4 мкг на 1 кг массы тела в сутки) существует возможность развития токсических эффектов и различных форм рака. Проблема оказалась настолько серьезной, что Комиссия Кодекс Алиментариус разработала рекомендации по снижению содержания акриламида в пищевых продуктах, приготовляемых из картофеля и зерновых культур (CAC/RCP 67-2009).

В Европе уже запущена программа, которая подразумевает снижение содержания акриламида в пищевой продукции за счет разработки и внедрения новых методов приготовления пищи:

1. Снижение температуры приготовления пищевых продуктов с высоким содержанием углеводов. Для подтверждения данного метода картофель фри обжаривали при низкой температуре. По результатам проведенных исследований измерения содержания акриламида в таком картофеле было установлено уменьшение уровня АА с 3500 мкг/кг до 500 мкг/кг.

2. Добавление специальных ферментов во время выпечки. Ферменты вступают в связь с аминокислотой и тем самым не дают ей вступать в реакцию с сахарами. В результате наблюдается снижение уровня акриламида.

Для контроля пищевой продукции на наличие акриламида в 2017 г. разработан немецкий стандарт DIN CEN/TS 17083-2017 «Пищевые продукты. Определение акриламида в пищевых продуктах и кофе методом газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС). Немецкая версия CEN/TS 17083:2017».

Также в 2019 г. разработан стандарт Республики Беларусь – ГОСТ EN 16618-2019 «Анализ пищевой продукции. Определение содержания акриламида в пищевой продукции методом жидкостной хроматографии в сочетании с тандемной масс-спектрометрией с ионизацией электроспреем», который устанавливает метод определения акриламида в хлебобулочных изделиях, а также в продуктах из картофеля и в жареном кофе с применением ЖХ-МС/МС-ИЭС.

На сегодняшний день в Российской Федерации отсутствуют утвержденные методики определения акриламида в пищевых продуктах. Его максимально допустимое содержание в пищевой продукции также не регламентировано. В связи с этим требуется разработка методик по идентификации и количественному определению акриламида в различных видах пищевых продуктов, а также установлению гигиенических нормативов по его содержанию в технических регламентах ЕАЭС.

С аналитической точки зрения обнаружение и определение акриламида сопряжено с трудностями, связанными с относительно длительным периодом обнаружения и низкой доступностью аналитических методов.

Раньше для анализа акриламида применялся адсорбционно-фотометрический метод определения. После того как было установлено, что данный метод не является селективным и не позволяет точно установить содержание акриламида в широком ассортименте пищевых продуктов, его использование свелось к минимуму [7].

Для определения содержания акриламида существуют различные аналитические подходы. Чаще всего используют метод газовой хроматографии (ГХ) и метод высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ), который может быть основан на УФ-детектировании или масс-спектрометрии.

В последние годы для анализа чаще всего применяют масс-спектрометрию. В пищевой промышленности основными методами определения акриламида являются метод газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС) и метод жидкостной хроматографии и тандемной масс-спектрометрии (ЖХ-МС).

Метод ГХ-МС позволяет высокоэффективно разделить компоненты различных смесей в газовой фазе и идентифицировать их известные и неизвестные составляющие. Метод предполагает бромирование акриламида до 2,3-дибромпропанамида, его превращение в 2-бромпропенамид и детектирование [1]. Чаще используется для определения содержания акриламида в воде и пищевых продуктах, таких как картофельные, кукурузные чипсы, печенье, крекеры и т.д. Основными преимуществами данного метода являются надежность и универсальность использования.

На сегодняшний день метод ЖХ-МС является наиболее достоверным аналитическим методом для измерения содержания акриламида в пищевой промышленности (чаще всего в обжаренном кофе и чипсах), учитывая присущую ему чувствительность в отношении исследуемых компонентов и селективность. Метод также обладает высокой пропускной способностью, однако является дорогостоящим в сравнении с ГХ-МС, требует сложной дериватизации и тщательной подготовки персонала [4, 5].

Заключение

В настоящее время в Российской Федерации разработаны и закреплены на законодательном уровне принципы нормирования, гигиенические нормативы и методы выявления и количественного определения приоритетных загрязнителей пищевых продуктов химической природы. В то же время, проводя исследования в этой области, постоянно возникают новые задачи и проблемы, требующие решения. С одной стороны, они связаны с прогрессом самого научного познания, сопровождающегося выявлением неизвестных ранее химических факторов, вредных для здоровья человека. С другой стороны, новые вызовы в области химической безопасности пищевых продуктов возникают в связи с развитием технологий, появлением

новых источников питательных веществ и способов технологической обработки пищевых продуктов, что наряду со многими преимуществами создает потенциально новые риски для здоровья человека.

В этих условиях важно постоянно оценивать риски контаминации пищевой продукции на основе идентификации биомаркеров с использованием методов метаболомики, геномики, токсикологических исследований, а также имеющихся научных данных, или пересмотр допустимых суточных доз или максимально допустимых уровней их содержания в различных продуктах питания.

Акриламид в значительном количестве содержится в продуктах, которые являются частью наших пищевых привычек. Ежедневное потребление продукции, содержащей высокий уровень акриламида, неизбежно приведет к отрицательным последствиям для человека. Тот факт, что акриламид склонен вступать в реакцию с ДНК и РНК, также указывает на возможность возникновения различных проблем со здоровьем.

Многочисленные зарубежные исследования доказали, что АА оказывает значительное влияние на физиологические функции, включая распространение сигналов в периферических нервах, ферментативную и гормональную регуляцию, функции мышц, репродуктивную систему и т.д.

Поэтому для контроля и последующей минимизации содержания акриламида в пищевых продуктах необходимо подобрать соответствующие методы измерения его содержания и внедрить технологические решения для снижения его образования при термической обработке.

Основными методами определения акриламида в пищевых продуктах являются метод газовой хроматографии – масс-спектрометрии (ГХ-МС) и метод жидкостной хроматографии и тандемной масс-спектрометрии (ЖХ-МС).

ГХ-МС является предпочтительным методом с точки зрения затрат и простоты эксплуатации. ЖХ-МС – наиболее точный метод, который гарантирует получение надежных и достоверных результатов определения акриламида. Также данный метод обладает непревзойденной чувствительностью и универсальностью, что, в свою очередь, позволяет вести работы в широком спектре образцов пищевой продукции.

Несмотря на установленные преимущества, оба метода требуют достаточно сложной дополнительной подготовки образцов и использования дорогостоящего оборудования, что в значительной степени может ограничивать их применение.

По сей день не обнаружено идеального метода определения акриламида в пищевой продукции, который бы одновременно отвечал требованиям универсальности, точности и экономичности. Существует острая необходимость в разработке более надежного, чувствительного и дешевого метода определения акриламида.

В России не установлены и, соответственно, не контролируются нормы содержания акриламида в пищевых продуктах. Поэтому для обеспечения безопасности пищевой продукции необходимо взять под контроль данный вопрос. Полное исключение акриламида из продовольственных товаров практически невозможно и по-прежнему остается серьезной проблемой, однако его воздействие можно свести к минимуму, приняв соответствующие меры нормативного регулирования.

Главной целью, стоящей перед государством, является внесение в установленном порядке изменений в ТР ТС 021/2011 в части установления допустимого уровня содержания акриламида в пищевой продукции. Данная цель может быть реализована за счет решения следующих задач:

- провести изучение растительного сырья на наличие факторов, влияющих на появление акриламида в процессе термической обработки;

- разработать и внедрить технологические решения, способствующие снижению образования акриламида при термической обработке в пищевой продукции;
- утвердить стандартизированный метод измерения акриламида для испытательных лабораторий.

Только эти меры обеспечат обращение на рынке пищевой продукции надлежащего качества и, как следствие, увеличение продолжительности и повышение качества жизни населения.

Список источников

1. Никитенко А.Н., Ламоткин С.А., Найдюк О.М., Бусуматорова А.В. Исследование содержания акриламида в чипсах // Тр. БГТУ. 2018. № 1. С. 26–30.
2. Акриламид [Электронный ресурс]. <https://onedieta.ru/health/akrilamid.html> (дата обращения: 01.01.2023).
3. Дыдыкин А.С., Деревицкая О.К. Безопасность продуктов детского питания, подвергаемых высокотемпературной обработке // Пищ. пром-сть. 2018. № 3. С. 58–59.
4. Куликовский А.В., Вострикова Н.Л., Кузнецова О.А., Семенова А.А., Иванкин А.Н. Аналитический контроль пищевых систем на содержание акриламида методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием // Аналитика и контроль. 2019. № 3. С. 393–400.
5. Mastovska K., Lehotay S.J. Rapid Sample Preparation Method for LC–MS/MS or GC–MS Analysis of Acrylamide in Various Food Matrices // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. № 19. P. 7001–7008.
6. Michalak J., Gujska E., Czarnowska M. Study on the acrylamide content in selected groups of food products // Towaroznawcze problemy jakosci. 2014. № 4(41). P. 60–65.
7. Lim H.H., Shin H.S. A new derivatization approach for the sensitive and simple analysis of acrylamide and liquid chromatography // Journal of Chromatography A. 2014. № 9. P. 117–124.
8. Роскачество. Исследование сухих завтраков [Электронный ресурс]. <https://rskrf.ru/ratings/produkty-pitaniya/bakaleya/sukhie-zavtraki/> (дата обращения: 07.01.2023).

References

1. Nikitenko A.N., Lamotkin S.A., Naydyuk O.M., Busumatorova A.V. Study of the content of acrylamide in chips // Proceedings of BSTU. 2018. № 1. S. 26–30.
2. Acrylamide [Electronic resource]. <https://onedieta.ru/health/akrilamid.html> (date of access: 01/01/2023).
3. Dydykin A.S., Derevitskaya O.K. Safety of baby food products subjected to high-temperature processing // Food industry. 2018. № 3. S. 58–59.
4. Kulikovskiy A.V., Vostrikova N.L., Kuznetsova O.A., Semenova A.A., Ivankin A.N. Analytical control of food systems for acrylamide content by high performance liquid chromatography with mass spectrometric detection // Analytics and control. 2019. № 3. S. 393–400.
5. Mastovska K., Lehotay S.J. Rapid Sample Preparation Method for LC–MS/MS or GC–MS Analysis of Acrylamide in Various Food Matrices // Journal of Agricultural and Food Chemistry. 2006. № 19. P. 7001–7008.
6. Michalak J., Gujska E., Czarnowska M. Study on the acrylamide content in selected groups of food products // Towaroznawcze problemy jakosci. 2014. № 4(41). P. 60–65.
7. Lim H.H., Shin H.S. A new derivatization approach for the sensitive and simple analysis of acrylamide and liquid chromatography // Journal of Chromatography A. 2014. № 9. P. 117–124.
8. Roskachestvo. Research of dry breakfasts [Electronic resource]. <https://rskrf.ru/ratings/produkty-pitaniya/bakaleya/sukhie-zavtraki/> (date of access: 01/07/2023).

Информация об авторах

А.В. Чернова – старший преподаватель кафедры «Управление техническими системами»;
А.В. Петроченкова – студент.

Information about the authors

A.V. Chernova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management;
A.V. Petrochenkova – student.

Статья поступила в редакцию 30.01.2023, одобрена после рецензирования 17.03.2023,
принята к публикации 22.03.2023.

The article was submitted 30.01.2023, approved after reviewing 17.03.2023, accepted for publication 22.03.2023.

ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ

Обзорная статья

УДК 637.074

Исследование проблемы контаминации пищевых продуктов токсигенными микотоксинами

Антонида Викторовна Чернова¹, Анастасия Вячеславовна Петроченкова², Елизавета Олеговна Демиденко³

^{1,2,3}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет,
Владивосток, Россия

¹Chernova.av@dgtru.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8143-7228>

²nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

³deo28@bk.ru, <https://orcid.org/0000-0002-9448-7088>

Аннотация. Рассматривается вопрос влияния микотоксинов, содержащихся в пищевых продуктах, на организм человека. Приведен перечень грибов и продуцируемых ими токсинов. Представлены предельно допустимые уровни содержания микотоксинов в пищевых продуктах согласно мировым и российским регламентам. Дан анализ существующим методам определения содержания микотоксинов в пищевых продуктах.

Ключевые слова: микотоксины, контаминация, пищевые продукты, плесневые грибы, афлатоксины, охратоксины

Для цитирования: Чернова А.В., Петроченкова А.В., Демиденко Е.О. Исследование проблемы контаминации пищевых продуктов токсигенными микотоксинами // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 28–35.

FOOD SYSTEMS

Review article

Investigation of the problem of contamination of food products with toxigenic mycotoxins

Antonida V. Chernova¹, Anastasia V. Petrochenkova², Elizaveta O. Demidenko³

^{1,2,3} Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹Chernova.av@dgtru.ru, <https://orcid.org/0000-0001-8143-7228>

²nastya-petrochenkova@mail.ru, <https://orcid.org/0000-0003-0520-3045>

³deo28@bk.ru

Abstract. The article deals with the issue of the effect of mycotoxins contained in food products on the human body. The list of fungi and the toxins produced by them is given. The maximum

permissible levels of mycotoxins in food products, according to international and Russian regulations, are presented. Methods of mycotoxin content in food products have been studied.

Keywords: mycotoxins, contamination, food products, mold fungi, aflatoxins, ochratoxins

For citation: Chernova A.V., Petrochenkova A.V., Demidenko E.O. Investigation of the problem of contamination of food products with toxigenic mycotoxins. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):28–35. (in Russ.).

Введение

Микотоксины – это токсичные вторичные метаболиты, вырабатываемые некоторыми нитевидными плесневыми грибами. Эти низкомолекулярные соединения встречаются в природе, являясь естественными загрязнителями зерновой и другой пищевой продукции.

Микотоксины привлекают внимание из-за их воздействия на здоровье человека, а также огромных экономических потерь для пищевой промышленности из-за снижения урожайности сельскохозяйственных культур, потери доходов от торговли и болезней скота. В основном зерновые являются наиболее чувствительными культурами к колонизации токсигенных видов грибов. Они могут накапливаться в созревающей кукурузе, злаках, соевых бобах, сорго, арахисе и других пищевых и кормовых культурах в полевых условиях и в зерне во время транспортировки и хранения. Злаки, зерновые, орехи, семена масличных культур, фрукты, сухофрукты, овощи, какао и кофейные зерна, травы и специи являются основными источниками попадания микотоксинов в пищевой рацион человека, поскольку потребляются ежедневно большой массой.

Потребление продуктов питания или кормов, загрязненных микотоксинами, может спровоцировать хроническую токсичность. Микотоксикоз – это отравление, связанное с воздействием микотоксинов. Симптомы зависят от типа микотоксина, концентрации и продолжительности воздействия, а также возраста, состояния здоровья и пола человека, подвергшегося воздействию.

В дополнение к опасениям по поводу неблагоприятных последствий прямого употребления продуктов питания и кормов, загрязненных микотоксинами, существует также обеспокоенность общественного здравоохранения по поводу возможного употребления пищевых продуктов животного происхождения, таких как мясо, молоко или яйца, содержащих метаболиты микотоксинов.

Целью данной работы является исследование проблемы контаминации пищевых продуктов токсигенными микотоксинами.

Задачи:

1. Исследовать факторы, влияющие на выработку микотоксинов в пищевых продуктах.
2. Рассмотреть разновидности грибов и продуцируемые ими микотоксины, а также предельно допустимые уровни их содержания в пищевых продуктах.
3. Дать анализ существующим методам определения микотоксинов.

Результаты и их обсуждение

Микотоксины являются естественными загрязнителями. Они вырабатываются различными штаммами плесневых грибов, особенно в тропических странах. Из-за значительной торговли зерновыми культурами люди в странах с умеренным климатом также могут подвергаться воздействию микотоксинов. Наиболее распространенным путем воздействия микотоксинов является прием внутрь, но он может также включать кожный, респираторный и парентеральный пути, последний из которых связан со злоупотреблением наркотиками. Помимо острого и хронического токсического воздействия на здоровье человека, называемого микотоксикозом, некоторые микотоксины являются доказанными или предполагаемыми

канцерогенами для человека. Также микотоксины могут вызывать экономические потери на всех уровнях производства (включая растениеводство и животноводство) пищевых продуктов и животных кормов.

Факторами, влияющими на рост плесени и выработку микотоксинов в пищевых продуктах, являются температура и относительная влажность при хранении, используемые удобрения, взаимодействие между колонизирующими токсигенными видами грибов, факторы антропогенного питания, географическое положение произрастания, заражение вредными насекомыми.

В мире идентифицировано более 400 микотоксинов. Наиболее часто в пищевых продуктах обнаруживаются такие токсины, как афлатоксины, трихотецены, зеараленон, фумонизины, охратоксины, патулин. Микотоксины вырабатываются различными штаммами грибов, и каждый штамм может продуцировать более одного микотоксина. Основными производителями микотоксинов являются представители трех родов грибов: *Aspergillus*, *Fusarium* и *Penicillium* [1, 2]. Каждый род грибов продуцирует несколько видов микотоксинов (табл. 1) [3].

Таблица 1

Разновидность грибов и продуцируемые ими микотоксины

Table 1

Fungal species and their mycotoxins

Род грибов	Вырабатываемые микотоксины	Продукты питания	Оказываемые действия
<i>Aspergillus</i>	Охратоксин А Афлатоксины В ₁ (AFB ₁), В ₂ (AFB ₂) Циклопиазоновая кислота Стеригматоцистин	Зерновые, корма, семена маслических культур и мякоть, кокос	Мутагенное, тератогенное, гепатоканцерогенное, нефротоксичное
<i>Fusarium</i>	Трихотецены группы А: - диацетоксисцирпенол; - токсин Т-2 и токсин НТ-2 Трихотецены группы В: - дезоксиниваленол; - ниваленол; - фумонизины (В ₁ , В ₂ , В ₃ , В ₄); - зеараленон; - монилиформин	Зерновые, кукуруза, корма, силос, бобовые, фрукты и овощи	Нефротоксичное, иммуносупрессивное, канцерогенное
<i>Penicillium</i>	Ацитринин Охратоксин Патулин	Силос, пшеница, корма, яблоки, виноград, персики, груши, абрикосы, оливки, злаки	Мутагенное, тератогенное, гепатоканцерогенное, нефротоксичное

Aspergillus и *Penicillium*, являясь складскими грибами, чаще всего поражают сырье на этапе хранения. Грибы рода *Fusarium* развиваются непосредственно на растениях в вегетационный период. Технически их можно разделить на две группы: первая – это рост плесени в полевых условиях, вторая – на этапе хранения.

Вследствие нарастания беспокойства потребителей, связанного с риском употребления некачественной пищевой продукции, в 2001 г. была организована работа Объединенного Комитета Экспертов ФАО/ ВОЗ по пищевым добавкам с целью исследования данных загрязнителей.

Особый интерес в рассмотрении микотоксинов был направлен на изучение афлатоксина В₁, G и М₁, охратоксина А и др. (табл. 2) [2].

Таблица 2

Предельно допустимые уровни содержания микотоксинов, нормируемые в России и зарубежных странах

Table 2

Maximum permissible levels of mycotoxins, standardized in Russia and foreign countries

Страна	Пищевой продукт	Максимальный допустимый уровень, мг/кг
1	2	3
Афлатоксины		
Европейский союз (ЕС)	Сухофрукты и продукты их переработки, орехи, крупы (для непосредственного употребления в пищу человеком) (Афлатоксин В ₁)	0,002
	Сырое и термически обработанное молоко, молоко-сырье (Афлатоксин М ₁)	<0,00005
	Детское питание, продукты на основе зерновых (Афлатоксин В ₁)	<0,0001
Европейский союз (ЕС)	Детская смесь для грудного ребенка и молоко (Афлатоксин М ₁)	<0,000025
Соединенные Штаты Америки (США)	Продукты питания, за исключением молочкосодержащих продуктов (Суммарное количество афлатоксинов (В, G))	0,02
	Молоко и молочная продукция (Афлатоксин М ₁)	<0,0005
Российская Федерация (РФ)	Зерновые, зернобобовые, мучные изделия, кондитерские изделия, изделия из шоколада, какао, чай, кофе (Афлатоксин В ₁)	0,005
	Молочкосодержащие продукты (Афлатоксин М ₁)	0,0005
Охратоксин А		
Европейский союз (ЕС)	Зерновые культуры, не подвергшиеся обработке	0,005
	Продукты из переработанных зерновых культур	0,003
	Молочкосодержащие продукты, предназначенные для применения в медицинских целях	0,0005
Российская Федерация (РФ)	Грибной ферментный препарат молочкосвертывающего действия	Не допускается (<0,0005)
	Масличные, зернобобовые, злаковые культуры	0,05
Дезоксиниваленол		
Европейский союз (ЕС)	Зерновые культуры, в том числе мука	0,75
	Хлебные и кондитерские изделия, мучные продукты, крупа для завтрака	0,5
Соединенные Штаты Америки (США)	Продукты питания, готовые к употреблению, полученные путем переработки зерновых культур (пшеницы)	1
Российская Федерация (РФ)	Масличные, зернобобовые, злаковые культуры	1
Зеараленон		
Европейский союз (ЕС)	Зерновые культуры, в том числе мука	0,075
	Хлебные и кондитерские изделия, мучные продукты, крупа для завтрака	0,05
Российская Федерация (РФ)	Масличные, зернобобовые, злаковые культуры	1
	Грибной ферментный препарат молочкосвертывающего действия	Не допускается (<0,005)

Окончание табл. 2

1	2	3
Т-2 токсин		
Европейский союз (ЕС)	Масло кукурузное рафинированное, мука кукурузная, в том числе грубого помола	1
Российская Федерация (РФ)	Грибной ферментный препарат молокосвертывающего действия	Не допускается (<0,005)
	Масличные, зернобобовые, злаковые культуры	0,1

Устранение микотоксинов – довольно сложный процесс из-за их устойчивости к физическим, химическим и биологическим методам воздействия. Поэтому регламентируется их максимально допустимый уровень в техническом регламенте Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции».

Для определения микотоксинов используется высокоэффективная жидкостная хроматография (ВЭЖХ), тонкослойная хроматография (ТСХ), газовая хроматография – масс-спектрометрия (ГХ-МС), а также метод иммуноферментного анализа (ИФА) и методы скрининга на основе биосенсоров. Например, ГОСТ 34140-2017 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием» распространяется на пищевые продукты, продовольственное сырье (зерновые и масличные культуры, корм и кормовое сырье для животных, комбикорм) и определяет использование метода высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ-МС/МС) с целью анализа содержания микотоксинов. Основа метода – экстракция микотоксинов из анализируемого образца, их идентификация и количественное определение по площадям пиков ион-продуктов с помощью градуировочной характеристики методом ВЭЖХ-МС/МС в режиме мониторинга выбранных реакций (МРМ).

Используемый для анализа микотоксинов метод ВЭЖХ применяется в соответствии с разработанными стандартами для сельскохозяйственной и пищевой продукции (табл. 3) [4].

Таблица 3

**Нормативные документы, содержащие методы определения микотоксинов
в сельскохозяйственной и пищевой продукции**

Table 3

**Regulatory documents containing methods for the determination of mycotoxins
in agricultural and food products**

Стандарт	Введен в действие
1	2
ГОСТ 28001-88 «Зерно фуражное, продукты его переработки, комбикорма. Методы определения микотоксинов: токсина Т-2, зеараленона (Ф-2) и охратоксина А»	01.01.1990
ГОСТ 30711-2001 «Продукты пищевые. Методы выявления и определения содержания афлатоксинов В ₁ и М ₁ »	01.07.2002
ГОСТ 31748-2012 «Продукты пищевые. Определение афлатоксина В ₁ и общего содержания афлатоксинов В ₁ , В ₂ , G ₁ и G ₂ в зерновых культурах, орехах и продуктах их переработки. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии»	01.07.2013
ГОСТ 31691-2012 «Зерно и продукты его переработки, комбикорма. Определение содержания зеараленона методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»	01.07.2013

Окончание табл. 3

1	2
ГОСТ 31653-2012 «Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов»	01.07.2013
ГОСТ 32587-2013 «Зерно и продукты его переработки, комбикорма. Определение охратоксина А методом высокоэффективной жидкостной хроматографии»	01.07.2015
ГОСТ 32251-2013 «Корма, комбикорма. Метод определения содержания афлатоксина В ₁ »	01.07.2015
ГОСТ 33780-2016 «Продукты пищевые, корма, комбикорма. Определение содержания афлатоксина В ₁ методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с применением очистки на оксиде алюминия»	01.07.2017
ГОСТ 34140-2017 «Продукты пищевые, корма, продовольственное сырье. Метод определения микотоксинов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием»	01.07.2018

Хотя хроматографические методы и применяются достаточно широко, тем не менее они длительны, требуют дополнительной подготовки образцов и использования дорогостоящего оборудования. Работа с данными методами сложна и требует присутствия высококвалифицированных специалистов. Все это приводит к значительному ограничению использования хроматографических методов.

Наиболее быстрыми и удобными для проведения серийных анализов являются скрининг-методы. К ним относятся такие методы, как метод тонкослойной хроматографии (ТСХ), метод трехфазного иммуноферментного анализа (ИФА) и иммунохимические методы (ИХМ). Данные методы обладают высокой селективностью за счет применения специфических антител. Методы с использованием экспресс-тестов не столь точны, однако позволяют оперативно определять наличие микотоксинов [4]. ГОСТ 31653-2012 «Корма. Метод иммуноферментного определения микотоксинов» определяет иммуноферментный метод определения содержания микотоксинов (афлатоксина В₁, роридина А, охратоксина А, стеригматоцистина, Т-2 токсина, зеараленона, фумонизина В₁) в кормах. Основой иммуноферментного метода является определение содержания микотоксинов в пробах при использовании непрямого твердофазного конкурентного иммуноферментного анализа (ИФА) рабочих растворов экстрактов (рисунок).

Сущность непрямого ИФА заключается в способности микотоксинов взаимодействовать со специфичными антителами в условиях конкуренции с белковым конъюгатом микотоксина, нанесенным твердофазным антигеном на поверхность ячеек планшета. Аналитический сигнал (регистрируемое значение оптической плотности), характеризующий измерение степени взаимодействия антитела с антигеном, обратно пропорционален массовой концентрации микотоксина в рабочем растворе.

По сравнению со стандартными химико-аналитическими методами, такими как ВЭЖХ, метод ИФА имеет ряд преимуществ: простота пробоподготовки и проведения измерений, оперативность, низкая стоимость анализа в сравнении с хроматографическими методами.

Заключение

Микотоксины представляют собой хорошо известный риск для безопасности пищевых продуктов, который представляет угрозу для здоровья людей и домашнего скота и имеет большое экономическое значение в пищевой промышленности. Микотоксигенные плесневые грибки трудно предотвратить и контролировать из-за их широкого распространения в природе. Загрязнение продуктов питания микотоксинами в настоящее время остается одной из важных проблем безопасности.



Основные этапы иммуноферментного метода определения микотоксинов
 The main stages of the enzyme immunoassay method for the determination of mycotoxins

Условия окружающей среды, такие как высокая температура и влажность, повышают риск роста грибов и выработки микотоксинов. Также на загрязнение влияют используемые удобрения, взаимодействие с токсигенными видами грибов, место произрастания, вредные насекомые. Поэтому степень загрязнения будет зависеть от географического местоположения, методов ведения сельского хозяйства и восприимчивости товаров к проникающему влиянию грибов в период хранения.

Загрязнение продуктов питания микотоксинами неизбежно, и, так как пищевая и сельскохозяйственная продукция является неотъемлемой частью жизнедеятельности людей, следует контролировать содержание микотоксинов, используя различные методы их определения. В зависимости от имеющихся возможностей для анализа содержания микотоксинов используют методы: ВЭЖХ, ТСХ, ГХ-МС, ИФА – и методы скрининга на основе биосенсоров.

Микотоксины представляют значительную угрозу как для здоровья людей и животных, так и для продовольственной безопасности и питания в целом, ограничивая доступ людей к здоровой пище. Всемирная организация здравоохранения призывает национальные органы осуществлять мониторинг, чтобы уровни микотоксинов в пищевых продуктах были как можно более низкими и соответствовали как национальным, так и международным допустимым уровням, условиям и законодательству.

Список источников

1. Цикуниб А.Д., Гринь И.А. Проблемы контаминации пищевых продуктов микроскопическими грибами и их токсинами // Наука: комплексные проблемы. 2015. № 2(6). С. 35–43.
2. Науменко Н.В., Ботвинникова В.В., Сотникова В., Грживна Л., Белоглазова Н.В. Микотоксины и безопасность продуктов питания: явные и скрытые угрозы // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Пищевые и биотехнологии. 2020. № 1. С. 105–111.

3. Микотоксины [Электронный ресурс]. <https://www.syngenta.ru/crops/cereals/20141014-mycotoxins-aspergillus-penicillium-fusarium> (дата обращения: 29.01.2023).

4. Буклагин Д.С. Методы определения микотоксинов в сельскохозяйственной продукции и кормах // Техника и технологии в животноводстве. 2020. № 4(40). С. 57–67.

References

1. Tsikunib A.D., Grin I.A. Problems of contamination of food products with microscopic fungi and their toxins // Nauka: complex problems. 2015. № 2(6). P. 35–43.

2. Naumenko N.V., Botvinnikova V.V., Sotnikova V., Grzhivna L., Beloglazova N.V. Mycotoxins and food safety: obvious and hidden threats // Bulletin of the South Ural State University. Series: Food and biotechnologies. 2020. №. 1. P. 105–111.

3. Mycotoxins [Electronic resource]. <https://www.syngenta.ru/crops/cereals/20141014-mycotoxins-aspergillus-penicillium-fusarium> (date of access: 01.29.2023).

4. Buklugin D.S. Methods for the determination of mycotoxins in agricultural products and feed // Equipment and technologies in animal husbandry. 2020. №. 4(40). P. 57–67.

Информация об авторах

А.В. Чернова – старший преподаватель кафедры «Управление техническими системами»;
А.В. Петроченкова – студент;
Е.О. Демиденко – студент.

Information about the authors

A.V. Chernova – Senior Lecturer of the Department of Technical Systems Management;
A.V. Petrochenkova – student;
E.O. Demidenko – student.

Статья поступила в редакцию 21.02.2023, одобрена после рецензирования 19.03.2023, принята к публикации 22.03.2023.

The article was submitted 21.02.2023, approved after reviewing 19.03.2023, accepted for publication 22.03.2023.

Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 36–43.
Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2023. Vol. 63, no 1. P. 36–43.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.2(053.7)

Методы определения рыбопродуктивности в естественных водоемах Узбекистана (на примере Туябугузского водохранилища)

Елена Николаевна Гинатуллина¹, Наталья Олеговна Титова²,
Камол Сабинович Туйчиев³

^{1,2,3} НИИ рыбоводства, Ташкентская область, Янгиюльский район, Узбекистан

¹ ginatullina@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3462-0908X>

² Narcissus14.07.1990@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8178-4756>

³ toychiyevkamoliddin4@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3104-6867X>

Аннотация. Приведены результаты гидробиологического изучения одного из водохранилищ в Ташкентской области. Представлены результаты расчётов естественной рыбопродуктивности Туябугузского водохранилища с использованием нескольких методических подходов. Наиболее точным является метод, основанный на количественных показателях зоопланктона и зообентоса.

Ключевые слова: гидробионты, зоопланктон, зообентос, численность, биомасса, зарыбление, допустимый улов

Благодарности: выражаем благодарность руководству НИИ рыбоводства за организацию экспедиционных выездов на Туябугузское водохранилище.

Для цитирования: Гинатуллина Е.Н., Титова Н.О., Туйчиев К.С. Методы определения рыбопродуктивности в естественных водоемах Узбекистана (на примере Туябугузского водохранилища) // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 36–43.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHERIES

Original article

Methods for determining fish productivity in natural water bodies of Uzbekistan (a version for the Tuyabuguz reservoir)

Elena N. Ginatullina¹, Natalia O. Titova², Kamol S. Toychiyev³

^{1,2,3}Institute of Fishery, Tashkent region, Yangiyul province, Uzbekistan

¹ ginatullina@yandex.ru, <http://orcid.org/0000-0002-3462-0908X>

² Narcissus14.07.1990@mail.ru, <http://orcid.org/0000-0001-8178-4756>

³ toychiyevkamoliddin4@gmail.com, <http://orcid.org/0000-0002-3104-6867X>

Abstract. In the paper it presents the results of a hydrobiological study of the one freshwater reservoir in the Tashkent region. We calculated the natural fish productivity of the Tuyabuguz reservoir using several methodological approaches. The most accurate one, is a method based on the usage of quantitative counters of zooplankton and zoobenthos.

Keywords: hydrobiological objects, zooplankton, zoobenthos (macroinvertebrates), abundance, biomass, fish stocking, permitted extraction

Acknowledgments: we express our Gratitude to the Director of the Research Institute of Fisheries for organization the expedition trips to the Tuyabuguz reservoir.

For citation: Ginatullina E.N, Titova N.O., Toychiyev K.S. Methods for determining fish productivity in natural water bodies of Uzbekistan (a version for the Tuyabuguz reservoir). *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):36–43. (in Russ.).

Введение

В Узбекистане имеется 509 озер и водохранилищ, из которых 426 имеют площадь менее 1 км². Водоохранилища – это источники пресной воды, в то время как равнинные озера в Узбекистане, расположенные в руслах рек или вокруг орошаемых территорий, находятся под воздействием загрязнения коллекторно-дренажных вод и имеют высокий уровень минерализации (от 4–6 и выше г/л). Несмотря на маленькие размеры большинства озер, они очень интенсивно используются местным населением (арендаторами) для рыболовства. В этой связи для развития рыболовства актуальным становится вопрос о проведении мероприятий по зарыблению используемых водоемов. Для правильного расчета количества рыбопосадочного материала необходимо знать естественную рыбопродуктивность водоема.

Рассмотрено несколько методических подходов к определению рыбопродуктивности на примере водохранилища Туябугуз, расположенного в Ташкентской области. Водоохранилище было построено с целью запаса водных ресурсов, идущих на орошение в летнее время. С 2017 г. руководство страны взяло курс на повышение объема рыбной продукции, в том числе получаемой с естественных озер и водохранилищ. Помимо орошения, такие запасы пресной воды должны быть рационально использованы и для устойчивого рыбоводства (садкового или товарно-озерного). Видовой состав рыб озер и водохранилищ Узбекистана складывается из ограниченного числа видов, наиболее массовыми и ценными из которых являются: сазан, белый толстолобик, амур, карась, судак, плотва. В настоящее время в искусственных и естественных водоемах Узбекистана среднециклические рыбы (сазан, судак, сом) вытесняются короткоциклическими (плотва, пескарь, гамбузия). Фактическая рыбопродуктивность водоемов Узбекистана составляет 5–7 кг/га, а потенциальная рыбопродуктивность при проведении мелиоративных мероприятий может составить от 20 кг/га и выше [4]. На ограниченной территории одного региона и в пределах одной климатической зоны практически все равнинные водохранилища можно считать экологически однотипными. В этой связи для всех пресноводных водоемов страны может быть применен объединенный методический подход.

Цель исследования состояла в оценке естественного кормового потенциала равнинного Туябугузского водохранилища для обоснованного развития в нем рыбоводства.

Объекты и методы исследований

Туябугузское водохранилище – русловое водохранилище, полный объем которого 250 млн км³, площадь зеркала 20 км². Главные факторы, определяющие продуктивность любого водохранилища – это почвенный состав и температурный режим. Водоохранилище Туябугуз находится в Ташкентском оазисе. С севера Ташкентский оазис прикрывают горные хребты, поэтому морозы при вторжении холодных масс северных широт здесь непродолжительны,

очень редко температура снижается зимой до $-20\text{ }^{\circ}\text{C}$. Летом сухой воздух над предгорной местностью быстро нагревается, и температура нередко достигает $35\text{--}40\text{ }^{\circ}\text{C}$. Осадков выпадает в среднем $400\text{--}600\text{ мм}$ в год (с ноября по март) в основном в виде дождя. Водохранилище питается водами рек Ахангаран и Чирчик, образующимися путем слияния горных рек (питание рек в основном снеговое). Почвы в Узбекистане бедны биогенами – азотом, особенно фосфором. По данным ФАО ООН, потребление удобрений на сельскохозяйственных угодьях в 2019 г. в Узбекистане составило на 1 га 162 кг азота и 60 кг фосфора (<https://uzdaily.uz/ru/post/63429>).

Гидробиологические и гидрохимические пробы отбирали с 6 обозначенных станций Туябугузского водохранилища 3 раза в течение 2022 г.: весной (конец апреля, $T = 23,5\text{ }^{\circ}\text{C}$), летом (конец августа, $T = 23\text{ }^{\circ}\text{C}$) и осенью (начало ноября, $T = 15\text{ }^{\circ}\text{C}$).

Всего было обработано 36 гидробиологических и 18 гидрохимических проб. Пробы зоопланктона отбирались с помощью конической сети Джели ($d = 9\text{ см}$, газ ячея № 68) и количественно обрабатывались согласно общепринятой методике [10]. Пробы зообентоса отбирали со дна водоема дночерпателем Петерсена с площадью захвата $0,025\text{ м}^2$. Идентификацию видового состава организмов зообентоса производили по общепринятым определителям [8]. Численность организмов зообентоса определяли прямым подсчетом особей каждого вида, биомассу – взвешиванием на аналитических весах типа Viobase и Ohaus с дискретностью $0,00001\text{ г}$.

Результаты и их обсуждение

Гидрохимические показатели водохранилища находились в пределах рыбоводных нормативов: минерализация – 220 мг/л , аммонийный азот – $0,2\text{ мг/л}$, нитриты – $0,02\text{ мг/л}$. Показатель pH снижался в летне-осенний период с $8,2$ до $6,9$, одновременно уменьшалось количество кислорода с $8,3$ до $5,9\text{ мг/л}$. Индекс сапробности по индикаторным видам зоопланктона для всех исследуемых станций составил $1,72\text{--}1,87$, что соответствовало «бетамезосапробной» зоне загрязнения («умеренно-загрязненная») воды.

В процессе исследования водохранилища было обнаружено 4 вида ветвистоусых рачков – *Chydorus sphaericus*, *Daphnia hyalina*, *Bosmina longirostris*, *Diaphanosoma lacustris*, 3 вида веслоногих ракообразных – *Cyclop vicinus*, *Thermocyclops taihokuensis*, *Phyllodiaptomus blanci* и 1 вид коловраток – *Asplanchna priodonta*. Доминантными видами на исследованных станциях являлись: весной – кладоцеры *Daphnia hyalina* и *Bosmina longirostris*, летом – каланоида *Phyllodiaptomus blanci* и *Diaphanosoma lacustris*, осенью – *Phyllodiaptomus blanci* и *Daphnia hyalina*.

Для зообентоса Туябугузского водохранилища был характерен комплекс пресноводных и солоновато-водных видов организмов. Основу составляла истинно донная фауна, представленная в основном личинками хирономид (доминантные виды – *Eiseniella tetraedra*, *Branchiura sowerbyi*, *Enchytraeidae* gen.sp.), и псаммофильная фауна, в донных отложениях и песках, представленная олигохетами, моллюсками, хирономидами, характерными для умеренно загрязненных и минерализованных вод.

Для расчёта количества зарыбляемой рыбы использовали величину средней биомассы зоопланктона и зообентоса. Средняя биомасса зоопланктона для исследованных станций Туябугузского водохранилища составляет в мае $115,55\text{ мг/м}^3$, в августе – 1372 мг/м^3 , в ноябре 2022 г. – $205,8\text{ мг/м}^3$. За весь вегетативный сезон средняя биомасса зоопланктона составила 570 мг/м^3 . Биомасса организмов бентоса для Туябугузского водохранилища в течение всего сезона мало изменялась и составила в среднем $3,7\text{ г/м}^2$.

Оценка потенциальной рыбопродуктивности водоемов может осуществляться с использованием нескольких методик, описанных в литературе [11]. Эта величина используется как для расчета количества зарыбляемой молоди, так и для обоснования допустимых уловов (ОДУ) в рыболовстве. Для стабильного промысла, не ведущего к снижению рыбных запасов,

допустимый вылов должен составлять около 50 % годового прироста ихтиомассы выживших рыб, а годовой прирост ихтиомассы выживших рыб варьировал в пределах от 46–64 % от всей ихтиомассы [9]. Авторы Исбеков и др. (2018) считают, что, помимо промышленного возврата от полученной при зарыблении рыбопродукции (20–30 %) для определения величины общего допустимого улова, нужно учитывать коэффициент изъятия рыбной продукции, который составляет 25 % от промвозврата (кг), получаемого при зарыблении продукции [2].

Ниже изложены несколько подходов для определения потенциальной рыбопродуктивности.

1. Использование шкалы рыбопродуктивности, основанной на фактических показателях биомассы кормовых организмов зоопланктона и зообентоса. Среднее количественное развитие зоопланктона в Туябугузском водохранилище составило 570 мг/м³, что соответствует олиготрофному уровню ихтиомассы – 12,5–25 кг/га и промысловой рыбопродуктивности – 2,5–5 кг/га [5].

2. На основе данных по уровню развития кормовой базы (зоопланктон, зообентос, высшая водная растительность). Метод впервые предложен П.Л. Пирожниковым (1932) и нашел широкое применение в ряде нормативно-методических рыбохозяйственных документов [7].

Расчет возможной рыбопродукции производится по формуле

$$F_z = Z \cdot S \cdot h \cdot P / B_z \cdot L / FCR, \quad (1)$$

где Z – средняя биомасса зоопланктона/фитопланктона (кг/м³) или зообентоса (кг/м²) за сезон; S – площадь для зообентоса (м²), а для фито- и зоопланктона $S \cdot h$ (м³), где h – величина продукционного слоя фито- и зоопланктона равна 2 м; P/B – коэффициент продуктивности кормовых организмов; L – коэффициенты использования кормовых организмов рыбой; FCR – кормовые коэффициенты для рыб по использованию кормовых объектов.

При определении потенциальной рыбопродуктивности естественных водоемов по кормовой базе в расчет принимаются следующие P/B -коэффициенты: для фитопланктона – 80, для зоопланктона – 21, для зообентоса – 6. Следует отметить, что определение продукции водных беспозвоночных с использованием данных по биомассе и P/B -коэффициентов не является абсолютно точным методом и относится к ориентировочным расчетам. Поскольку кормовая база используется рыбой с разной степенью интенсивности, а также учитывая, что она не должна выедаться рыбой полностью, показатели использования кормовой базы (L) учитываются в соотношении: 50 % продукции фитопланктона, 60 % – зоопланктона, 50 % – зообентоса, 15–20 % продукции макрофитов. Кормовые коэффициенты (FCR) взяты: 8 – по зоопланктону, 6 – по зообентосу и 50 – по фитопланктону [6].

На примере пестрого толстолобика – рыбы, которая питается зоопланктоном, было рассчитано количественное-зарыбление в Туябугузское водохранилище для получения рыбной продукции на основе естественной кормовой базы.

Продукция по зоопланктону Туябугузского водохранилища составила по формуле (1):

$$F_{z\text{Туябугуз}} = 0,00057 \text{ кг/м}^3 \cdot 20\,000\,000 \cdot 2 \text{ м} \cdot 20 \cdot 0,5/7 = 32571 \text{ кг}.$$

Допуская, что пестрый толстолобик питается не только зоопланктоном, но еще 50 % потребления составляет детрит, а годовая потенциальная рыбопродуктивность Туябугуза составит 32571 кг + 32571 кг = 65142 кг.

Зная рыбопродуктивность по зоопланктону, можно рассчитать количество зарыбляемого рыбопосадочного материала (сеголеткой пестрого толстолобика массой 150 г):

$$N = 2 \cdot F_z / (W_1 - W_0) \cdot R, \quad (2)$$

где W_1 – конечная масса толстолобика на 3-й год выращивания 4,5 кг; W_0 – масса зарыбляемого рыбопосадочного материала 150 г; R – промвозврат (25 %).

Используя формулу (2), мы получили количество экземпляров сеголеток пестрого толстолобика, необходимых для зарыбления: $N = 2 \cdot 32571 \text{ кг} / (4,5 - 0,15) \cdot 0,25 = 3743 \text{ экз.}$

Естественная смертность толстолобика наблюдается, главным образом, в 1-й год его жизни в водохранилище, а технология зарыбления предусматривает ежегодную посадку рыбопосадочного материала. Таким образом, полное использование кормовой базы водоема будет происходить, начиная с 3-го года его рыбохозяйственной эксплуатации [3]. При этом дополнительный улов (ОДУ) после 3,5 лет пастбищного нагула такого количества зарыбляемого толстолобика составит, экз. $3743 \cdot 4,5 \text{ кг} \cdot 0,25$ (коэффициент изъятия) = 4211 кг/2000 га = 2,1 кг/га.

Было рассчитано количество годовиков карпа – рыбы-зообентоофага – для зарыбления водохранилища с целью получения дополнительной рыбной продукции.

Продукция по зообентосу (средняя биомасса зообентоса 3,7 г/м²) Туябугузского водохранилища, рассчитанная по формуле (1), составила

$$F_6 = 0,0037 \text{ кг/м}^2 \cdot 20 \cdot 000000 \cdot 1 \text{ м} \cdot 6 \cdot 0,5/6 = 37000 \text{ кг.}$$

Зная рыбопродуктивность по зообентосу, можно рассчитать количество рыбопосадочного материала по формуле (2):

$N = F_6 / (W_1 - W_0) R = 37000 \text{ кг} / (2 - 0,1 \text{ кг}) \cdot 0,25 = 4868$ экз. годовиков карпа. Дополнительный улов (ОДУ) после 3 лет пастбищного нагула такого количества зарыбляемого карпа составит 4868 экз. $\cdot 0,25$ (коэффициент изъятия) 2,0 кг = 2434 кг/2000 га = 1,21 кг/га.

Кроме того, был выполнен расчет рыбопродукции, которую можно получить при зарыблении растительноядной рыбой – белым амуром. Так как 15–20 % акватории водохранилища, т.е. литоральная зона с глубиной до 2 м, зарастает мягкой водной растительностью, и довольно хорошо развиваются планктонные сообщества (мезотрофный уровень), рекомендуются к зарыблению растительноядные рыбы: белый амур, толстолобики и карп. Белый амур предпочитает питаться рдестами, элодеей канадской, харой ломкой, ряской, рогозом, тростником; однако не использует в питании камыши, телорез, водяную мяту, гречиху земноводную, водокрас, аир обыкновенный. Обычно на 1 кг прироста белого амура используется 30–70 кг водной растительности. Проведен расчет количества годовика белого амура, для которого достаточна кормовая база Туябугузского водохранилища. Зарыбление белым амуром производили из расчета 50 экз./га. Водная растительность в водоеме представлена урутью, рдестами и водной гречихой. Так как не вся произрастающая водная растительность используется белым амуром, а только рогоз и уруть, то для расчетов по зарыблению использовали площадь, которая составляет 10 % от площади водохранилища. Эта величина составляет 200 га, так как 2000 га – площадь водохранилища. Величина зарыбления белым амуром составит 200 га \cdot 50 шт./га = 10 тыс. экз. При промвозврате 25 % и средней навеске амура в уловах 2 кг (3-летки) возможный прирост ихтиомассы при таком зарыблении составит 10 000 экз. $0,25 \cdot \times 2,0 \text{ кг} = 5000 \text{ кг} / 2000 \text{ га}$ (2,5 кг/га).

Общая рыбопродукция от зарыбления пестрого толстолобика, карпа и белого амура может составить 5,8 кг/га, без учета продукции белого толстолобика.

В методе оценки потенциальной рыбопродуктивности используется морфоэдафический индекс (МФИ). Вычисление индекса основано на установленной зависимости (Ryder, 1965) вылова рыбы в водоемах умеренного пояса от МФИ, под которым понимается отношение общей минерализации воды к средней глубине водоема. Формула, отражающая эту зависимость, имеет следующий вид:

$$P = 2 (S_i / z)^{0,5}, \quad (3)$$

где P – величина вылова (промысловой рыбопродукции, кг/га; S_i – общая минерализация, мг/л; z – средняя глубина водоема.

При средней глубине Туябугузского водохранилища 12,5 м и минерализации 220 мг/л рассчитана величина общего допустимого улова в год: $P = 2 (220 / 12,5)^{0,5} = 8,38$ кг/га.

Заключение

Для развития озерного рыбоводства в естественных водоемах Узбекистана необходимо осуществлять их ежегодное зарыбление. Количество зарыбляемой рыбы находится в зависимости от возраста (массы) зарыбляемой рыбы и уровня развития кормовой базы. По нашим расчётам, основываясь на количественных показателях биомассы зоопланктона, зообентоса и высшей водной растительности (исключая рыбопродукцию по фитопланктону – белому толстолобику), рыбопродуктивность Туябугузского водохранилища может дополнительно составлять 5,8 кг/га. Полученные в ходе исследования данные показывают сходные значения с эмпирическими и фактическими данными других авторов (таблица) [1, 4].

Рыбопродуктивность (РП) и общий допустимый улов (ОДУ) Туябугузского водохранилища, вычисленная разными методами

Fish productivity (RP) and the total allowable catch (ODE) of the Tuyabuguz reservoir calculated by different methods

Методы расчета РП и ОДУ	Величина РП и ОДУ
Китаев С.П., 2007	Уровень ихтиомассы 12,5–25 кг/га, промысловая рыбопродуктивность 2,5–5 кг/га
Камилов Б.Г. и др., 2014	Фактическая рыбопродуктивность водоемов Узбекистана 5–7 кг/га
Ryder (МФИ), 1965	Величина общего допустимого улова не должна превышать в год 8,38 кг/га
Данные настоящего исследования, 2022	Дополнительная рыбопродуктивность после зарыбления на естественные корма составит: по пестрому толстолобику – 2,1 кг/га, по карпу – 1,21 кг/га, по белому амuru – 2,5 г/га (всего: 5,8 кг/га)

На основании проведенного исследования были разработаны рекомендации по зарыблению естественных водоемов Узбекистана карповыми рыбами. По нормативам (которые в основном даны для прудов) средняя масса зарыбляемых сеголеток должна составлять: карпа 27–30 г, белого и пестрого толстолобика 20–25 г, белого амuru 20–25 г. Опыт среднеазиатских рыбоводов (Исбеков и др., 2018; не опубликованные данные рыбоводов Узбекистана) показывает, что зарыбление сеголетками карпа и растительных рыб не дает желаемого промыслового возврата в естественных водоемах, так как весь вселяемый материал гибнет от неблагоприятных условий питания в осеннее время и низких температур на зимовке. Рационально переходить на зарыбление крупных водоемов годовиками (1+) или 2+ этих видов. Кроме того, не следует использовать в качестве посадочного материала личинок и мальков при наличии в водоеме хищников. Другой важный момент – это то, что производители для зарыбляемого материала должны брать из того же водоема, куда происходит зарыбление, так как их потомство обладает более высокими адаптационными возможностями по сравнению с особями, предназначенными для товарного рыбоводства. Для этого в Узбекистане следует создавать специальные инфраструктуры для зарыбления естественных водоемов (цех для содержания маточных стад производителей, инкубационные цеха, мальково-выростные пруды).

Отдельно несколько слов о зарыблении белым амуром. В водоемах с жесткой водной растительностью желателен высаживать более крупных годовиков белого амuru массой 80–100 г или использовать для этой цели двухгодовиков массой 250–300 г, у которых имеется более широкий спектр питания (ФАО, 2020). Авторы Исбеков и др. (2018) считают, что только в возрасте 2+ белый амур начинает питаться высшей водной растительностью [2]. Рекомендуется производить посадку белого амuru в максимально ранние сроки весной, чтобы дать возможность рыбе активно поедать молодые побеги растений.

Для развития садкового рыбоводства государственным органам следует тщательно обосновывать возможности водоемов для получения садковой рыбопродукции. Нагрузки от садкового/озерного рыбоводства (корма, фекалии) допустимы для специальных рыбоводных или оросительных водоемов. Однако когда речь идет о питьевых, заповедных и водоемах питьевого назначения, рекомендуются ограничить нагрузку на водоемы (0,5 т/га с учетом того, что рециркуляция органического вещества в водоеме протекает быстро благодаря жаркому климату, и оно обладает более высокими самоочистительными способностями).

Список источников

1. Ryder R.A. A method for estimating the potential fish production in north-temperature lakes // Trans. Amer. Fish.Soc. 1965. Vol. 94, № 3. P. 214–228.
2. Исбеков К.Б., Куликов Е.В., Асылбекова С.Ж. К вопросу о зарыблении водоемов Казахстана качественным рыбопосадочным материалом // Водные биоресурсы и их рациональное использование // Вестник АГТУ. Серия: Рыбное хозяйство. 2018. № 2. С. 7–14.
3. Йенеш Жигмод, Бех Виталий. Руководство по биотехнике выращивания и использования маточных стад карповых и растительноядных рыб на Украине // Информационный бюллетень ФАО по рыболовству и аквакультуре № 1188. Продовольственная сельскохозяйственная организация ООН, Анкара, 2020. С. 81.
4. Камиллов Б.Г., Каримов Б.К., Салихов Т.В. Озеро-товарное хозяйство как перспективная система аквакультуры в Узбекистане. Ташкент, 2014. С. 106.
5. Китаев С.П. Основы лимнологии для гидробиологов. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2007. 395 с.
6. Москул Г.А., Гаврикова Е.Г., Никитина Н.К. Современное состояние и пути развития рыбного хозяйства на водохранилищах Краснодарского и Ставропольского края // Рыбохозяйственное освоение водохранилищ Северного Кавказа: сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Краснодар, 1982. С. 73–96.
7. Пирожников П.Л. К методам определения рыбных запасов в озерах // За социалистическое рыб. хоз-во. 1932. № 5–6. С. 57–61.
8. Попченко В.И., Булгаков Г.П., Тальских В.Н. Мониторинг макрозообентоса // Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / под ред. В.А. Абакумова. СПб.: Гидрометеиздат, 1992. С. 64–103.
9. Руденко Г.П. Использование энергетического подхода в рыболовстве и рыбоводстве: сб. науч. трудов ГосНИОРХ. Вып. 252. С. 45–50.
10. Салазкин А.А., Иванова М.Б., Огородникова В.А. Методические рекомендации по сбору и обработке материалов при гидробиологических исследованиях на пресноводных водоемах // Зоопланктон и его продукция: сб. науч. тр. Л.: АН СССР, 1984. С. 33–38.
11. Шишуловский В.А., Мосияш С.С. Методический подход к определению совокупного допустимого улова рыб малых водоемов // Водные биологические ресурсы / Тр. ВНИРО. 2014. Т. 151. С. 136–140.

References

1. Ryder R.A. A method for estimating the potential fish production in north-temperature lakes // Trans. Amer. Fish.Soc. 1965. Vol. 94, № 3. P. 214–228.
2. Isbekov K.B., Kulikov E.V., Asylbekova S.Zh. On the issue of stocking the reservoirs of Kazakhstan with high-quality fish-planting material // Aquatic bioresources, and their rational use. Bulletin of AGTU: Fisheries series. 2018. № 2. P. 7–14.
3. Yenesh Zhigmod, Beh Vitaly. Guidelines on biotechnics of cultivation and use of brood herds of carp and herbivorous fish in Ukraine // FAO Newsletter on Fisheries and Aquaculture No. 1188. Food and Agriculture Organization of the United Nations, Ankara, 2020. P. 81.

4. Kamilov B.G., Karimov B.K., Salikhov T.V. Lake-commodity economy as a promising system of aquaculture in Uzbekistan. Tashkent, 2014. P. 106.
5. Kitaev S.P. Fundamentals of limnology for hydrobiologists. Petrozavodsk: Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences, 2007. 395 p.
6. Moskul G.A., Gavrikova E.G., Nikitina N.K. The current state and ways of development of fisheries in the reservoirs of Krasnodar and Stavropol krai // Fishing and economic development of reservoirs of the North. Caucasus. Collection of scientific works of GosNIORH. Krasnodar, 1982. P. 73–96.
7. Pirozhnikov P.L. To methods of determination of fish stocks in lakes // For the social list.rybn.household. 1932. № 5–6. P. 57–61.
8. Popchenko V.I., Bulgakov G.P., Talskikh V.N. Monitoring of macrozoobenthos // Guidelines for hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems / Edited by V.A.Abakumov. St. Petersburg: Hydrometeoizdat, 1992. P. 64–103.
9. Rudenko G.P. The use of the energy approach in fisheries and fish farming // Collection of scientific works of GosNIORH. Issue 252. P. 45–50.
10. Salazkin A.A., Ivanova M.B., Ogorodnikova V.A. Methodological recommendations for the collection and processing of materials in hydrobiological studies in freshwater reservoirs / Zooplankton and its products: Collection of scientific tr. L.: USSR Academy of Sciences, 1984. P. 33–38.
11. Shishulovsky V.A., Mosiyash S.S. Methodical approach to the determination of the total allowable catch of fish of small reservoirs // Aquatic biological resources. Proceedings of VNIRO. 2014. Vol. 151. P. 136–140.

Сведения об авторах

Е.Н. Гинатуллина – кандидат биологических наук, старший научный сотрудник, зав. лабораторией «Рыбоводство в естественных водоемах», Scopus AuthorID: 56520274600, SPIN-код: 4335-7309, AuthorID: 1162849;

Н.О. Титова – докторант НИИ рыбоводства, SPIN-код: 2414-3226, AuthorID: 1061106;

К.С. Туйчиев – свободный соискатель PhD, исполняющий обязанности зав. лабораторией «Корма и кормление рыб».

Information about the authors

E.N. Ginatullina – PhD in Biological Sciences, Senior Scientific researcher, Head of the Laboratory «Fishery in the natural water bodies», Scopus AuthorID: 56520274600, SPIN-code: 4335-7309, AuthorID: 1162849;

N.O. Titova – PhD doctorate, SPIN-code: 2414-3226, AuthorID: 1061106;

K.S. Tuychiev – free PhD applicant, acting head of the laboratory «Fodder and feeding of fish».

Статья поступила в редакцию 02.02.2023, одобрена после рецензирования 21.02.2023, принята к публикации 22.03.2023.

The article was submitted 02.02.2023, approved after reviewing 21.02.2023, accepted for publication 22.03.2023.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 639.2

**Промысел сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* (Coregonidae, Salmoniformes)
в реках Якутии**

Александр Федорович Кириллов¹, Евгений Вячеславович Бурмистров², Петр Владимирович Аргунов³, Филипп Николаевич Жирков⁴, Иван Александрович Петров⁵
^{1,2,3,4,5} Якутский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ЯкутскНИРО»), Якутск, Россия

¹afkirillov@yandex.ru

²evgburm@gmail.com

³dixcy@yandex.ru

⁴phiii@yandex.ru

⁵www.slonvil@mail.ru

Аннотация. Промысел рыб в Якутии базируется преимущественно на вылове проходных (арктический омуль), полупроходных (нельма, муксун, сибирская ряпушка) и озерно-речных (чир и сиг) сиговых рыб и составляет 78,82 % (3553,4 т, 2019 г.) от общего объема добычи всех видов рыб. Среди сиговых видов рыб в промысле лидирует сибирская ряпушка, занимающая в среднемноголетнем вылове 37,25 % (1011 т). Ряпушка в общем среднемноголетнем вылове этого вида в реках Якутии составляет 31,89 %, а от общего вылова всех видов промысловых рыб составляет 29,36 % (1,54 тыс. т), в том числе от суммарного вылова в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма – 18,25, 76,54, 29,72, 31,89 % соответственно. Ряпушка от суммарного вылова сиговых в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма составляет 25,53, 75,68, 31,99 и 42,395 соответственно. Лимиты, выделенные в соответствии с ОДУ, рыбаки не осваивают, и кратность фактического вылова относительно официального колеблется в пределах 2,1–5,7, составляя в среднем 2,5. По всем бассейнам магистральных водотоков наблюдается недопустимый прилов молоди ряпушки, достигающий в среднем 46 %. Наблюдается промысловое омоложение ленской, янской, индигирской и колымской популяций сибирской ряпушки. В результате ННН-промысла рыбная промышленность теряет 1445 т ряпушки, в том числе в Лене – 422,2, в Яне – 391,3, в Индигирке – 212,9 и в Колыме – 418,7 т. В целом освоение биопотенциала ряпушки по всем водоемам составляет 62,1 %, в том числе в Лене – 62,1, в Яне – 90,7, в Индигирке – 38,9, в Колыме – 69,2 %.

Ключевые слова: реки Лена, Яна, Индигирка, Колыма, сибирская ряпушка, промышленное рыболовство, официальный вылов, реальный вылов

Для цитирования: Кириллов А.Ф., Бурмистров Е.В., Аргунов П.В., Жирков Ф.Н., Петров И.А. Промысел сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* (Coregonidae, Salmoniformes) в реках Якутии // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 44–54.

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

Harvest of least cisco *Coregonus sardinella* (Coregonidae, Salmoniformes) in the rivers of Yakutia

Aleksander F. Kirillov¹, Evgeny V. Burmistrov², Petr V. Argunov³, Philipp N. Zhirkov⁴, Ivan A. Petrov⁵.

^{1,2,3,4,5} Yakut Branch of the Federal State Budget Scientific Institution «Russian Federal Research Institute of Fisheries and oceanography» («YakutskNIRO»), Yakutsk, Russia

¹afkirillov@yandex.ru

²evgburm@gmail.com

³dixcy@yandex.ru

⁴phiii@yandex.ru

⁵www.slonvil@mail.ru

Abstract. In Yakutia, fishing is mostly based on catching anadromous (Arctic cisco), semi-anadromous (nelma, muksun, least cisco) and lake-river (broad whitefish and cisco) of the Coregonidae, and makes 78,82 % (3553,4 t, 2019) of the total catch of all fish species. Among the Coregonidae, least cisco ranks first in the harvest, making 37,25 % (1011 t) of the long-term annual average. In the long-term annual average catch of this species in Yakutia, least cisco makes 31,89 %, and 29,36 % (1,54 thousand t) of the total catch of all commercial species, including of the total catch in the Lena, Yana, Indigirka, and Kolyma Rivers – 18,25, 76,54, 29,72, 31,89 % respectively. Least cisco makes 25,53 75,68, 31,99 and 42,395 respectively of the total catch from the Lena, Yana, Indigirka, and Kolyma Rivers. Fishermen don't use the total allowable catch limits, and the multiplicity factor of the actual catch to the official one ranges within 2,1–5,7, making 2,5 on average. Unallowable young least cisco bycatch is observed on all basins of the main waterways, which reaches 46% on average. Commercial juvenation of the Lena, Yana, Indigirka, and Kolyma least cisco populations is observed. Due to IUU fishing, fish industry loses 1445 t of least cisco, including in the Lena River – 422,2, in the Yana River – 391,3, in the Indigirka River – 212,9, and in the Kolyma River – 418,7 t. In general, the utilization of least cisco biopotential in all reservoirs makes 62,1%, including in the Lena River – 62,1 %, in the Yana River – 90,7 %, in the Indigirka River – 38,9 %, and in the Kolyma River – 69,2 %.

Keywords: Lena River, Yana River, Indigirka River, Kolyma River, least cisco, commercial fishing, official catch, actual catch

For citation: Kirillov A.F., Burmistrov E.V., Argunov P.V., Zhirkov Ph.N., Petrov I.A. Harvest of least cisco *Coregonus sardinella* (Coregonidae, Salmoniformes) in the rivers of Yakutia. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):44–54. (in Russ.).

Введение

В водоемах Якутии промыслом осваиваются 22 вида рыб, которых добывается 6,2 тыс. т (среднемноголетний вылов). Сиговые виды рыб в общем объеме добычи составляют 78,82 %, и среди них лидирует сибирская ряпушка *Coregonus sardinella*, составляющая от суммарного вылова сиговых 37,25 %. Основные объемы добычи ряпушки приходятся на магистральные реки Республики, где она образует самостоятельные популяции [1]: Лену, Яну, Индигирку и

Колыму, в которых ряпушка составляет от общего вылова всех промысловых видов 29,36 % (1,54 тыс. т). В остальных реках (Анабар, Оленек, Омолой, Чондон – бассейн моря Лаптевых, Хрома, Алазея – бассейн Восточно-Сибирского моря) величина добычи суммарно не превышает 1,5 % от общего вылова по Якутии, в статье промысел ряпушки в этих водоемах не рассматривается.

Цель работы – оценка влияния промысла на состояние промысловых запасов ряпушки в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма.

Объекты и методы исследований

Исследования ряпушки проводили на рыболовных участках в нижних течениях рек Лена, Яна, Индигирка и Колыма в 2019 г. Рыб отлавливали ставными сетями с шагом ячеи 30–32 мм и закидными неводами с шагом ячеи в крыльях 22 мм, массовые промеры проведены из неводных уловов рыбаков. В статье использованы фондовые материалы Якутского филиала ФГБНУ «ВНИРО» и данные Восточно-Сибирского территориального управления Росрыболовства по объемам промышленного вылова промысловых рыб в Якутии.

Количественная характеристика материала, собранного и обработанного по общепринятым в ихтиологии методикам [2, 3], отражена в тексте. В тексте приняты следующие обозначения: n – количество исследованных рыб; SL – стандартная длина (до основания хвостового плавника), см.

Результаты и их обсуждение

Река Лена. Комплекс подходящих гидрологических, гидрохимических и гидробиологических факторов для нагула и воспроизводства обеспечил ленокской популяции ряпушки высокую численность в отличие от других рек Якутии.

Половой зрелости ряпушка достигает в возрасте 4+ лет. Нерестовый ход имеет два выраженных пика: первый приходится на июль–август и совпадает с ходом арктического омуля *C. autumnalis*, второй – на третью декаду сентября. Основные нерестилища расположены в нижнем течении реки, верхние – более чем в 2 тыс. км от устья Лены. Отнерестившаяся ряпушка мигрирует в устьевую область дельты [4].

В 2019 г. в нерестовом стаде встречались особи ряпушки в возрасте 4+ – 8+ лет, SL 23–30 см (средняя – 26,7 см), массой 135–330 г (средняя – 207 г) (табл. 1).

Таблица 1

Биологическая характеристика сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* р. Лена в нерестовый период

Table 1

Biological characteristic of least cisco *Coregonus sardinella* of the Lena river during the spawning period.

Возраст	SL, см		Масса, г		n
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
4+	24,2	23,0–25,0	155	135–166	20
5+	25,1	25,0–26,0	175	160–203	72
6+	26,2	25,0–27,0	194	177–274	46
7+	27,8	27,0–30,0	221	182–264	46
8+	29,0	27,0–30,0	259	190–330	63

Ряпушка является одним из основных промысловых видов в р. Лена, ее доля в общем объеме вылова этого вида составляет 29,4 %, с максимальным выловом в 1943 г. – 1590,7 т и в 1944 г. – 1127,6 т (рис. 1). В последующие годы вылов ряпушки варьировал в пределах 62–847 т (в среднем 429 т). Добыча основана на облове нерестового стада в нижнем течении реки; нагульной ряпушки (устьевая область дельты реки) вылавливается 3–4 т [5], т.е. менее 1 %.

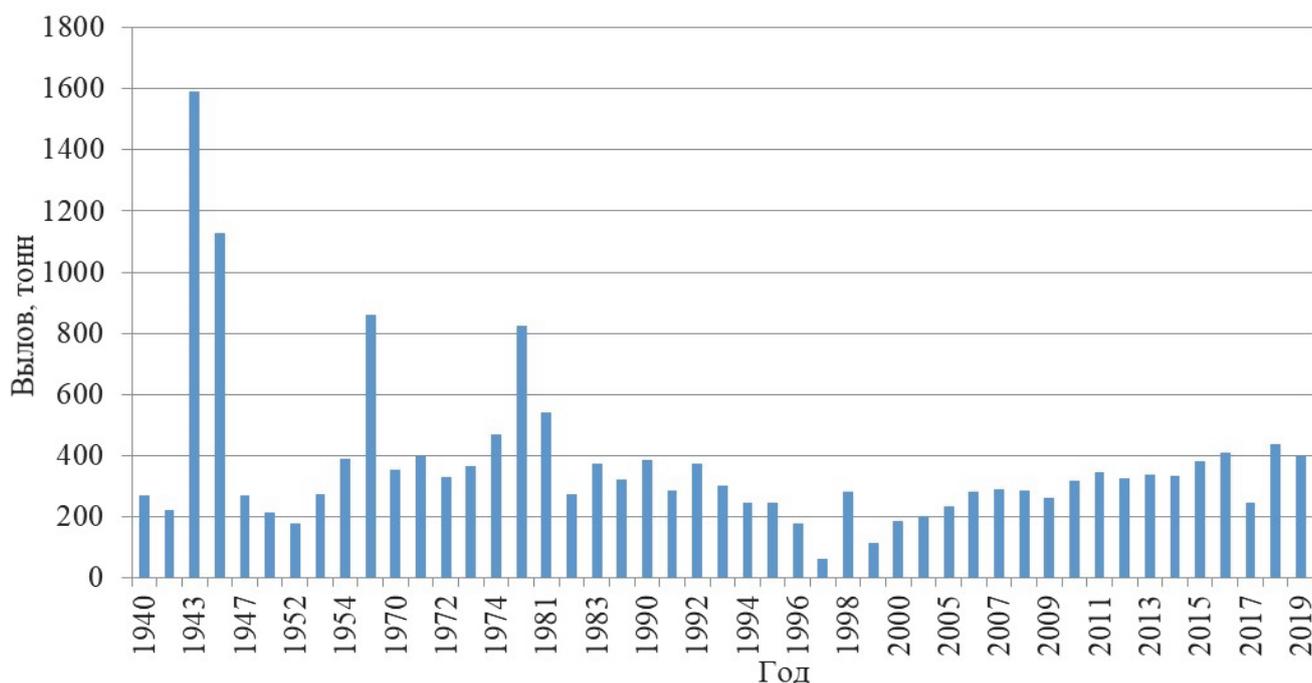


Рис. 1. Динамика вылова сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* в р. Лена, т
 Fig. 1. Dynamics of catch of least cisco *Coregonus sardinella* in the Lena River, t

Снижение уловов и значительное их колебание в разные годы связано не столько с состоянием численности популяции ряпушки, сколько с экономическими причинами. Рыбакам выгоднее и проще (и по приемной цене, и по трудозатратам, и по рыночному спросу) добывать более крупных и дорогостоящих рыб, таких как нельма *Stenodus leucichthys nelma*, арктический омуль, муксун *C. muksun*, чем ряпушку. Соответственно, и биопотенциал используется менее чем на две трети от рекомендуемых объемов [6], при ННН-промысле [7] в 422 т, или 81,3 %, от рекомендованного ОДУ.

Состояние запасов ряпушки удовлетворительное, и ее запасы недоиспользуются практически с начала промышленного рыболовства в р. Лена [8, 9, 10].

Среднегодовое количество ряпушки в общем вылове в Лене определяется в 18,25 %.

Река Яна. Половозрелые рыбы поднимаются на нерестилища с середины августа. Нерестовая миграция в реке растянута по времени вследствие частых летне-осенних паводков с мутной и теплой водой, и ее сроки находятся в прямой зависимости от осеннего гидрологического режима реки. Основные нерестилища янской популяции находятся на участке русла Яны в 150–240 км от устья. Наиболее крупными нерестилищами являются плесы, расположенные на 213–215 и 217–221 км от устья [11].

В 2019 г. встречались особи ряпушки в возрасте 2+ – 9+ лет, длиной 20,8–38,2 см (средняя – 25,9 см), массой 85–595 г (средняя – 171 г) (табл. 2).

Ряпушка является основным промысловым видом в р. Яна, её среднегодовое количество за период 1935–2019 гг. составляет 385,6 т. Наибольший объем вылова наблюдался во время Великой Отечественной войны и достигал 3202,8 т в 1943 г. В последующие годы вылов ряпушки резко сокращается, достигнув минимума в 1948–1950 гг., что объясняется чрезмерной интенсивностью промысла в военные годы (рис. 2). С 1950 по 1980 гг. происходит постепенное восстановление численности ряпушки. Однако с 1980 г. наблюдается снижение объемов добычи ряпушки, продолжающееся в течение 20 лет, минимальные уловы приходятся на 90-е гг. (82,3 т).

С 2000 по 2019 гг. вылов ряпушки существенно вырос, что связывается с ограничением ее вылова в 90-е гг. и увеличением численности популяции. Добыча основана на облове нерестового стада в нижнем течении реки.

Таблица 2

**Биологическая характеристика сибирской ряпушки *Coregonus sardinella*
р. Яна в нерестовый период**

Table 2

**Biological characteristic of least cisco *Coregonus sardinella*
of the Yana river during the spawning period.**

Возраст	SL, см		Масса, г		n
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
2+	22,0	21,7–22,3	101	85–114	3
3+	22,7	20,8–23,3	115	102–121	11
4+	23,9	22,5–25,3	132	108–170	42
5+	25,4	24,2–27,9	151	110–195	85
6+	26,6	25,0–28,8	185	138–255	69
7+	27,8	26,8–28,9	212	183–265	34
8+	28,7	27,8–30,6	240	188–295	17
9+	36,3	34,3–38,2	535	475–595	2

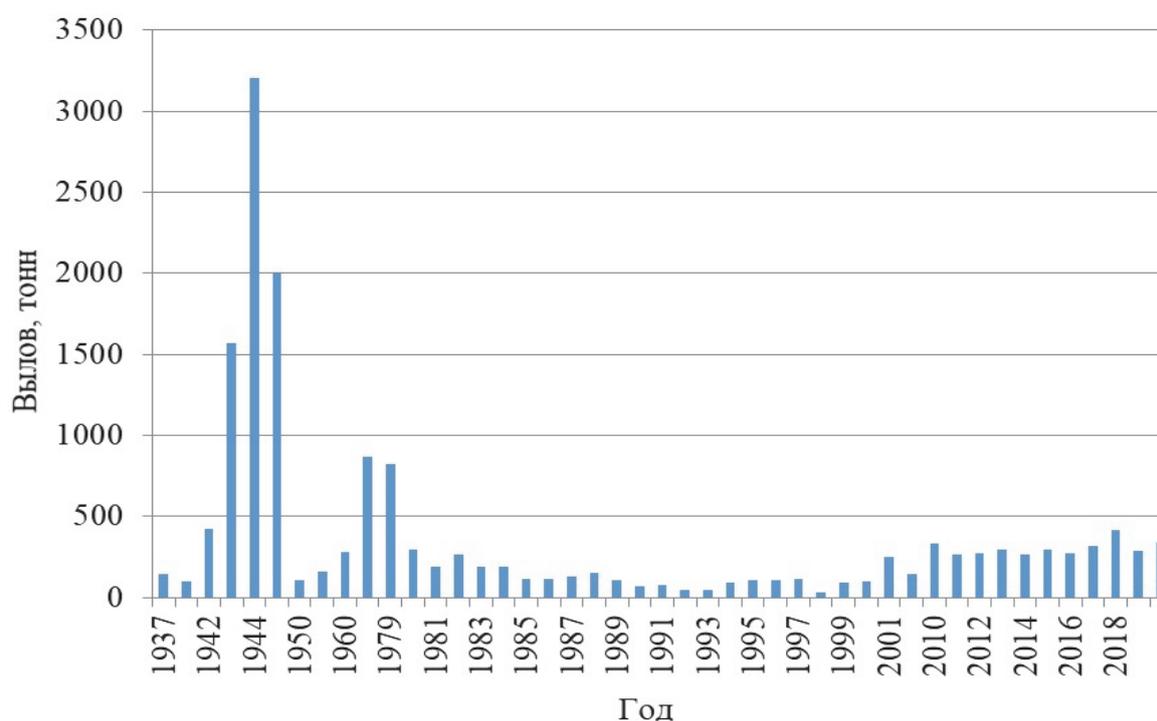


Рис. 2. Динамика вылова сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* в р. Яна, т
Fig. 2. Dynamics of catch of least cisco *Coregonus sardinella* in the Yana River, t

В последние 10 лет официальный вылов ряпушки находится в пределах 266,7–416,0 т, в среднем составляет 302,6 т. Объем вылова ряпушки в 2019 г. составил 339,1 т, или 77,6 %, от общего вылова рыб в р. Яне за данный год.

Состояние запасов ряпушки удовлетворительное. Биопотенциал используется на 90,7 %. Среднемноголетняя доля ряпушки в общем вылове в Яне определяется в 76,54 %.

Река Индигирка. Половозрелой ряпушка становится в 3+–5+ лет, нерестовый ход начинается в августе. Размножается в конце сентября. Нерестилища индигирской популяции расположены в протоках дельты, в русловой части нижнего течения Индигирки и в ее левых притоках [12, 1, 9].

В 2019 г. в нерестовом стаде встречались особи ряпушки в возрасте 3+ – 10+ лет, длиной 19,7–37,1 см (средняя – 26,1 см), массой 61–791 г (средняя – 210 г) (табл. 3).

Таблица 3

Биологическая характеристика сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* р. Индигирка в нерестовый период

Table 3

Biological characteristic of least cisco *Coregonus sardinella* of the Indigirka river during the spawning period.

Возраст	SL, см		Масса, г		n
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
3+	22,3	19,7–24,3	115	61–145	17
5+	23,8	20,7–27,5	138	82–191	58
6+	25,1	20,5–31,4	167	103–304	99
7+	26,6	21,8–35,1	208	97–720	114
8+	28,7	22,3–36,0	290	167–727	38
9+	32,1	27,7–36,3	452	188–791	9
10+	35,0	34,5–37,1	621	202–755	7

Среднемноголетний вылов ряпушки (1942–2019 гг.) в р. Индигирка равен 253,7 т (рис. 3). Наибольшие объемы вылова приходятся на период с 1971 по 1974 гг., средний вылов за который составил 686,1 т. Добыча основана на облове нерестового стада в нижнем течении реки.

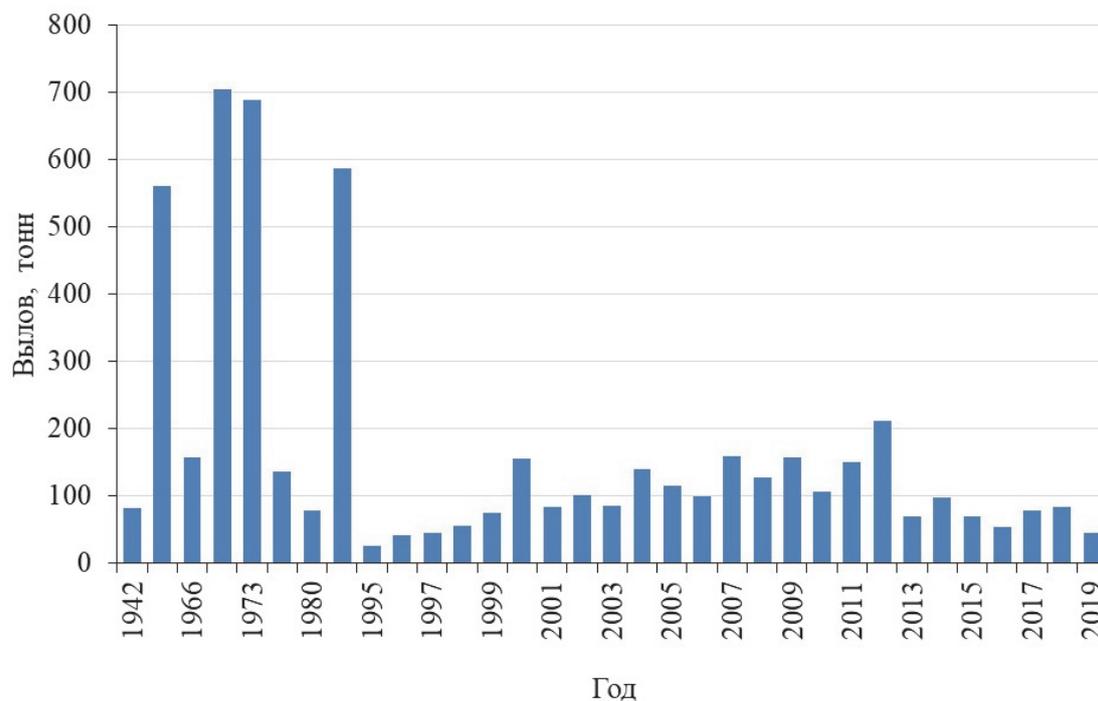


Рис. 3. Динамика вылова сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* в р. Индигирка, т
Fig. 3. Dynamics of catch of least cisco *Coregonus sardinella* in the Indigirka River, t

Средний вылов с 1942 по 1991 гг. (336,8 т) в три раза превышал средний вылов с 1992 по 2016 гг. и составил 109,6 т.

Динамика вылова с 1942 г. имеет периоды увеличения и убывания объемов вылова, что объясняется тем, что для ряпушки характерна флуктуация численности отдельных поколений, обусловленная рядом абиотических факторов. Последний пик объема вылова наблюдался в 1990 г. и составлял 587,4 т. Средний вылов за последние десять лет составил 108 т. Объем вылова ряпушки в 2019 г. составил 45,5 т. Доля ряпушки в общем объеме вылова в реке в 2019 г. составляет 7,4 %. В последние шесть лет наблюдается тенденция к уменьшению величины вылова. Это связано с тем, что начало нерестового хода ряпушки в Индигирке, как и во всех крупных реках Якутии, в связи с общим потеплением запаздывает на 10–15 дней. Вследствие этого массовый ход ряпушки происходит во время хода шуги, когда промысел невозможен или сильно затруднен.

Запасы ряпушки недоиспользуются более чем на 60 %. Низкое освоение квоты связано с гидрологическими условиями и невысоким спросом на ряпушку у населения [13].

Среднемноголетняя доля ряпушки в общем вылове в Индигирке определяется в 29,72 %.

Река Колыма. Половозрелой ряпушка становится в 4+, а в массе – в 5+ лет. Нерестится в русле р. Колыма от ее низовьев до 640–650 км с середины сентября до конца октября [14], наиболее крупное нерестилище расположено на 179–194 км от устья.

В 2019 г. в облавливаемом стаде колымской популяции встречались особи ряпушки в возрасте 2+ – 8+ лет, SL 20,0–35,0 см (средняя – 33,6 см), массой 87–507 г (средняя – 435 г), табл. 4.

Таблица 4

Биологическая характеристика ряпушки *Coregonus sardinella* р. Колыма в нерестовый период

Table 4

Biological characteristic of least cisco *Coregonus sardinella* of the Kolyma river during the spawning period.

Возраст	SL, см		Масса, г		n
	Средняя	Колебания	Средняя	Колебания	
2+	21,2	20,0–22,0	98,8	87–109	5
3+	22,7	21,0–24,0	123	100–148	28
4+	23,7	23,0–25,0	142	118–182	56
5+	24,9	23,0–28,0	166	113–360	78
6+	26,9	24,0–30,0	198	110–288	60
7+	28,6	25,0–33,0	243	141–387	68
8+	33,6	32,0–35,0	435	346–507	3

Ряпушка является одним из важнейших промысловых объектов бассейна Колымы. Средняя доля ее в общем вылове в реке равна 31 %. За период с 1942 по 2019 гг. вылов в среднем составил 446,1 т. С 1980 г. вылов ряпушки существенно увеличивается, достигая наибольшего объема в 1989 г. (1308,6 т). В последующие годы объемы вылова резко сокращаются, достигнув минимального объема – 79,4 т в 1995 г. (рис. 4). За последние 20 лет объемы вылова держатся на относительно стабильном уровне, достигая в среднем 184,4 т. В последние пять лет отмечается запаздывание нерестового хода ряпушки и связанное с ним снижение величины ее вылова. В 2019 г. объем вылова ряпушки в р. Колыма составил 186,6 т.

Добыча основана на облове нерестового стада в нижнем течении реки.

Среднемноголетняя доля ряпушки в общем вылове в Колыме определяется в 31,89 %.

Биопотенциал ряпушки недоиспользуются более чем на 30 %.

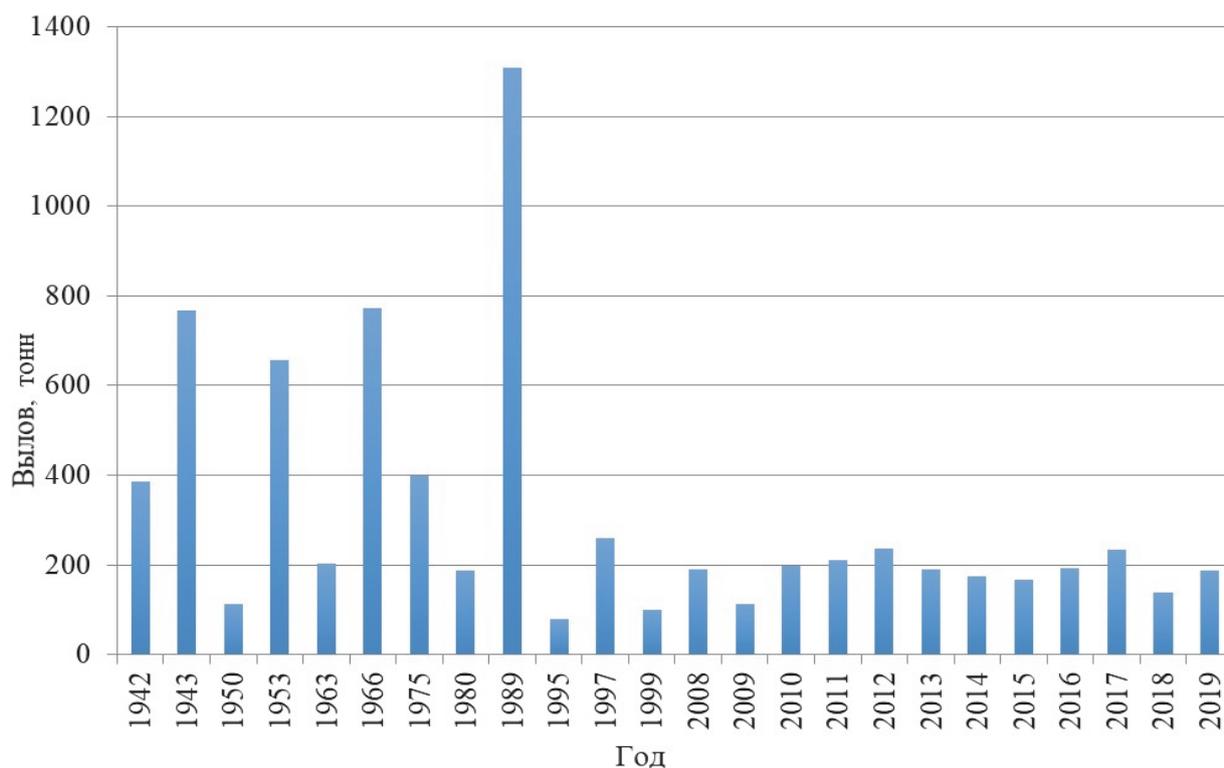


Рис. 4. Динамика вылова сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* в р. Колыма, т
Fig. 4. Dynamics of catch of least cisco *Coregonus sardinella* in the Kolyma River, t

Как и для всех сиговых рыб, со средним циклом жизни, ряпушке характерна флюктуация численности в широких пределах за счет изменения численности отдельных поколений, которая обусловлена рядом биотических факторов (температурный и уровненный режимы в период инкубации икры и нагула молоди и т.д.). Диапазон изменчивости численности промысловой части популяции определяет и объемы ее промышленного вылова. Восстановление численности происходит за счет высокой плодовитости и вступлением в нерестовое стадо мощных поколений.

Промысел ряпушки основан на облове нерестовых скоплений во время их захода в реки.

По всем бассейнам магистральных водотоков наблюдается высокий прилов молоди ряпушки, достигающий в среднем 46 %. Потери рыбной промышленности от вылова молоди ряпушки (без учета разрешенного восьмипроцентного прилова) составляют 285 т [7], из них в Лене – 83,2, в Яне – 77,1, в Индигирке – 42,0 и в Колыме – 82,5 т. Промысел, сопровождающийся выловом большого количества молоди и впервые созревающих особей рыб, приводит к уменьшению численности впервые принимающих участие в воспроизводстве особей, поколения от рыб этих возрастов, соответственно, будут малочисленны. Вместе с этим повышается обеспеченность популяции ряпушки пищей, что ускоряет ее половое созревание [15]. Так, в р. Лена возраст наступления половой зрелости ряпушки, на первый взгляд, не изменился, но в последние годы на порядок (с 0,83 до 8,53 %) увеличилось количество впервые созревающих особей и при массовых промерах зафиксировано небольшое количество половозрелых ряпушек в возрасте 3+ лет. В р. Яна омоложение популяции ряпушки началось в 80-х гг. прошлого столетия в результате интенсивного промысла и продолжается в настоящее время, особи старше 9+ лет практически выпали из репродуктивного цикла, возраст первого созревания изменился с 4+ до 2+ лет. В реках Индигирка и Колыма возраст первого созревания изменился с 5+ до 3+ лет. Эти факты свидетельствуют о промысловом омоложении популяции и, соответственно, о более раннем вступлении поколения в репродуктивный процесс.

Ряпушка в общем среднемноголетнем вылове этого вида в реках Якутии составляет 31,89 %, а от общего вылова составляет 29,36 % (1,54 тыс. т), в том числе от суммарного вылова в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма – 18,25, 76,54, 29,72 и 31,89 % соответственно. Ряпушка от суммарного вылова сиговых (78,82 % общего объема вылова) в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма составляет 25,53, 75,68, 31,99 и 42,39 % соответственно, а по всем рекам – 37,25 %.

Судя по данным (табл. 5), лимиты, выделенные в соответствии с ОДУ, рыбаки не осваивают, и кратность фактического вылова относительно официального колеблется в пределах 2,1–5,7, составляя в среднем 2,5. В ряду ранжирования кратности лидирует река Индигирка: Индигирка > Колыма > Яна > Лена.

Таблица 5
Уловы сибирской ряпушки *Coregonus sardinella* в реках Якутии в 2019 г., т
Table 5
Catch of least cisco *Coregonus sardinella* in the rivers of Yakutia in 2019, t

Река Лена	Река Яна	Река Индигирка	Река Колыма
ОДУ			
450,0	350,0	160,0	285,0
Официальный вылов			
396,7	339,1	45,5	186,6
ННН-промысел			
422,2	391,3	212,9	418,7
Реальный вылов			
818,9	730,4	258,4	605,3
Кратность реального вылова относительно официального			
2,1	2,2	5,7	3,2

В результате ННН-промысла рыбная промышленность теряет 1445 т ряпушки, в том числе в Лене – 422,2, в Яне – 391,3, в Индигирке – 212,9 и в Колыме – 418,7 т.

В целом освоение биопотенциала ряпушки по всем водоемам составляет 62,1 % [6], в том числе в Лене – 62,1, в Яне – 90,7, в Индигирке – 38,9, в Колыме – 69,2 %.

Заключение

Промысел рыб в Якутии базируется преимущественно на вылове проходных (арктический омуль), полупроходных (нельма, муксун, сибирская ряпушка) и озерно-речных (чир и сиг) сиговых рыб и составляет 78,82 % (3553,4 т, 2019 г.) от общего объема добычи всех видов рыб. Среди сиговых видов рыб в промысле лидирует ряпушка, занимающая в среднемноголетнем вылове 37,25 % (1011 т).

Ряпушка в общем среднемноголетнем вылове этого вида в реках Якутии составляет 31,89 %, а от общего вылова всех видов промысловых рыб составляет 29,36 % (1,54 тыс. т), в том числе от суммарного вылова в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма – 18,25, 76,54, 29,72 и 31,89 % соответственно. Ряпушка от суммарного вылова сиговых (78,82 % общего объема вылова) в реках Лена, Яна, Индигирка и Колыма составляет 25,53, 75,68, 31,99 и 42,39 % соответственно.

Лимиты, выделенные в соответствии с ОДУ, рыбаки не осваивают, и кратность фактического вылова относительно официального колеблется в пределах 2,1–5,7, составляя в среднем 2,5.

По всем бассейнам магистральных водотоков наблюдается недопустимый прилов молоди ряпушки, достигающий в среднем 46 %.

Наблюдается промысловое омоложение ленской, янской, индигирской и колымской популяций сибирской ряпушки.

В результате ННН-промысла рыбная промышленность теряет 1445 т ряпушки, в том числе в Лене – 422,2, в Яне – 391,3, в Индигирке – 212,9 и в Колыме – 418,7 т.

В целом освоение биопотенциала ряпушки по всем водоемам составляет 62,1 %, в том числе в Лене – 62,1, в Яне – 90,7, в Индигирке – 38,9, в Колыме – 69,2 %.

Список источников

1. Кириллов Ф.Н. Рыбы Якутии. М.: Наука, 1972. 360 с.
2. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб. М.: Пищ. пром-сть, 1966. 376 с.
3. Чугунова Н.И. Руководство по изучению возраста и роста рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1959. – 164 с.
4. Пирожников П.Л. Материалы по биологии промысловых рыб р. Лены // Изв. ВНИРО. 1955. Т. 35. С. 61–128.
5. Кириллов А.Ф., Бурмистров Е.В., Свешников Ю.А. Зимний промысел рыб семейства Coregonidae в устьевой области дельты р. Лены (бассейн моря Лаптевых) // Тр. ВНИРО. 2019. Т. 175. С. 155–166.
6. Кириллов А.Ф., Горохова Е.С. Использование биопотенциала промысловых рыб пресноводных водоемов Якутии // Науч. тр. Дальрыбвтуза. 2021. Т. 58, № 4. С. 41–48.
7. Кириллов А.Ф., Ширяева Е.Д., Кириллов Д.Ф. ННН-промысел сиговых видов рыб (Coregonidae, Salmoniformes) в реках Лена, Яна (бассейн моря Лаптевых), Индигирка и Колыма (бассейн Восточно-Сибирского моря) на территории Якутии // Молодой ученый. 2021. № 3(345). С. 26–29.
8. Косов М.Ф. Краткий обзор промышленного рыболовства ЯАССР за 1927-30 г. // Рыбное хозяйство Якутии / Тр. Якутской научной рыбохозяйственной станции. 1932 б. Вып. 2. Изд. ВНИОРХ. С. 351–371.
9. Кириллов А.Ф. Промысловые рыбы Якутии. М.: Научный мир, 2002. 194 с.
10. Кириллов А.Ф. Влияние промысла на состояние популяций рыб в водоемах Якутии // Вестник ЯГУ. 2005. Т. 2, № 2. С. 48–57.
11. Кириллов А.Ф., Шахтарин Д.В., Иванов Е.В., Салова Т.А., Собакина И.Г., Соломонов Н.М. Пресноводные рыбы реки Яна. Якутск: Изд-во ЯНЦ СО РАН, 2010. 112 с.
12. Кириллов Ф.Н. Рыбы р. Индигирки // Изв. ГосНИОРХ. 1955. Т. 35. С. 141–167.
13. Бурмистров Е.В., Кириллов А.Ф. Анализ состояния нерестового стада и промысла сибирской ряпушки (*Coregonus sardinella*) в реке Индигирка (бассейн Восточно-Сибирского моря) // Наука сегодня: проблемы и пути решения: материалы междунар. науч.-практ. конф., г. Вологда, 28 марта 2018 г.: в 3 ч. Вологда: ООО «Маркер», 2018. Ч. 1. С. 111–113.
14. Новиков А.С. Рыбы реки Колымы. М.: Наука, 1966. 135 с.
15. Никольский Г.В. Теория динамики стада. М.: Пищ. пром-сть, 1974. 447 с.

References

1. Kirillov F.N. Ryby Yakutii. M.: Nauka, 1972. 360 s.
2. Pravdin I.F. Rukovodstvo po izucheniyu ryb. M.: Pishchevaya prom-st', 1966. 376 s.
3. Chugunova N.I. Rukovodstvo po izucheniyu vozrasta i rosta ryb. M.: Izd-vo AN SSSR, 1959. 164 s.
4. Pirozhnikov P.L. Materialy po biologii promyslovyh ryb r. Leny // Izvestiya VNIRO. 1955. T. 35. S. 61–128.
5. Kirillov A.F., Burmistrov E.V., Sveshnikov YU.A. Zimnij promysel ryb semejstva Coregonidae v ust'evoy oblasti del'ty r. Leny (bassejn morya Laptevyyh) // Trudy VNIRO. 2019. T. 175. S. 155–166.

6. Kirillov A.F., Gorohova E.S. Ispol'zovanie biopotenciala promyslovyh ryb presnovodnyh vodoemov Yakutii // Nauchnye trudy Dal'rybvтуza. 2021. T. 58, № 4. S. 41–48.
7. Kirillov A.F., SHiryayeva E.D., Kirillov D.F. NNN-promysel sigovyh vidov ryb (Coregonidae, Salmoniformes) v rekah Lena, Yana (bassejn morya Laptevyyh), Indigirka i Kolyma (bassejn Vostochno-Sibirskogo morya) na territorii Yakutii // Molodoj uchenyj. 2021. № 3(345). S. 26–29.
8. Kosov M.F. 1932 b. Kratkij obzor promyshlennogo rybolovstva YAASSR za 1927-30 g. // Rybnoe hozyajstvo Yakutii. Trudy Yakutskoj nauchnoj rybohozyajstvennoj stancii. Vyp. 2. Izd. VNIORH. S. 351–371.
9. Kirillov A.F. Promyslovye ryby Yakutii. M.: Nauchnyj mir, 2002. 194 s.
10. Kirillov A.F. Vliyanie promysla na sostoyanie populyacij ryb v vodoemah Yakutii // Vestnik YAGU. 2005. T. 2, № 2. S. 48–57.
11. Kirillov A.F., SHahtarin D.V., Ivanov E.V., Salova T.A., Sobakina I.G., Solomonov N.M. Presnovodnye ryby reki Yana. Yakutsk: Izd-vo YANC SO RAN, 2010. 112 s.
12. Kirillov F.N. Ryby r. Indigirki // Izv. GosNIORH. 1955. T. 35. S. 141–167.
13. Burmistrov E.V., Kirillov A.F. Analiz sostoyaniya nerestovogo stada i promysla sibirskoj ryapushki (Coregonus sardinella) v reke Indigirka (bassejn Vostochno-Sibirskogo morya) // Nauka segodnya: problemy i puti resheniya: materialy mezhdunarodnoj nauchno-prakticheskoy konferencii, g. Vologda, 28 marta 2018 g.: v 3 chastyah. Chast' 1. Vologda: ООО «Marker», 2018. S. 111–113.
14. Novikov A.S. Ryby reki Kolymy. M.: Nauka, 1966. 135 s.
15. Nikol'skij G.V. Teoriya dinamiki stada. M.: Pishchevaya prom-st', 1974. 447 s.

Информация об авторах

А.Ф. Кириллов – кандидат биологических наук, доцент, ведущий научный сотрудник, SPIN-код: 3948-6848, AuthorID: 856924;
Е.В. Бурмистров – заведующий лабораторией, SPIN-код: 8997-8307, AuthorID: 853664;
П.В. Аргунов – специалист;
Ф.Н. Жирков – главный специалист, SPIN-код: 2012-1795, AuthorID: 853742;
И.А. Петров – специалист, SPIN-код: 6741-0500, AuthorID: 1030268.

Information about the authors

A.F. Kirillov – PhD in Biological Sciences, Associate Professor, Leading researcher, SPIN-code: 3948-6848, AuthorID: 856924;
E.V. Burmistrov – Head of the laboratory, SPIN-code: 8997-8307, AuthorID: 853664;
P.V. Argunov – specialist;
Ph.N. Zhirkov – Head specialist, SPIN-code: 2012-1795, AuthorID: 853742;
I.A. Petrov – specialist, SPIN-code: 6741-0500, AuthorID: 1030268.

Статья поступила в редакцию 19.12.2022, одобрена после рецензирования 12.01.2023, принята к публикации 22.03.2023.

The article was submitted 19.12.2022, approved after reviewing 12.01.2023, accepted for publication 22.03.2023.

СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ
(ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

Обзорная статья

УДК 621.43

Инновационные технологии в области двигателей внутреннего сгорания

Татьяна Евгеньевна Коршунова¹, Роман Дмитриевич Вольнец²

^{1,2}Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

¹ korte12@mail.ru

² roma203rus@gmail.com

Аннотация. Исследованы инновационные технологии в области двигателей внутреннего сгорания транспортных средств. Уделено внимание как зарубежным, так отечественным разработкам, спроектированным или созданным за последние пять лет в рамках программ повышения их эффективности и экологической безопасности. Приведены технические характеристики и особенности новых двигателей, рассмотрены тенденции и перспективы их развития.

Ключевые слова: двигатели внутреннего сгорания, транспортные средства, расход топлива, мощность двигателя, эффективность, экологическая безопасность

Для цитирования: Коршунова Т.Е., Вольнец Р.Д. Инновационные технологии в области двигателей внутреннего сгорания // Научные труды Дальрыбвтуза. 2023. Т. 63, № 1. С. 55–68.

MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

Review article

Innovative production engineering in the field of internal combustion engines

Tatiana E. Korshunova¹, Roman D. Volynets²

Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

¹ korte12@mail.ru

² roma203rus@gmail.com

Abstract. Innovative production engineering in the field of explosive motors of transport facilities is investigated. The attention as foreign, so is paid to domestic workings out, спроектированным or created for last five years within the limits of programs of raise of their efficiency and ecological safety. Technical datas and features of new propellers are resulted, trends and prospects of their development are observed.

Keywords: internal-combustion engines, vehicles, exhaust gases, fuel rate, engine output, efficiency, ecological security

For citation: Korshunova T.E., Volynets R.D. Innovative production engineering in the field of internal combustion engines. *Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University*. 2023; 63(1):55–68. (In Russ.).

В современном мире предпочтение отдается транспорту, транспортному и технологическому оборудованию с двигателями внутреннего сгорания (ДВС), что связано с их высокой надежностью, длительным ресурсом работы, доступностью топлива, высокой скоростью заправки. При этом подавляющее большинство ДВС работают на бензиновом или дизельном топливе, и реже – на газовом. Однако эффективно расходуется всего лишь 55 % нефтепродуктов, 45 % выбрасывается в атмосферу в виде вредных выхлопных газов.

По мнению ученых, стремительное изменение климата на планете (повышение средней годовой температуры, вызывающее таяние «вечных» льдов и повышение уровня Мирового океана, все более учащающиеся такие явления, как аномальные жара и холод, засухи и наводнения, ураганы, сели и другие природные катаклизмы) вызвано в первую очередь увеличением количества углекислого газа в атмосфере вследствие неэффективного сжигания углеводородов (нефти и ее производных, газа, угля), одними из наиболее активных «поставщиков» вредных выбросов являются транспортные средства.

Предотвратить изменение климата эксперты считают возможным при переводе транспортных средств на альтернативные источники энергии. Следуя этой теории, в некоторых странах с целью снижения вредных выбросов в качестве топлива применяют биогаз, биодизель, водород и др., которые для большинства регионов мира оказываются либо мало эффективными из-за отсутствия достаточного ресурса альтернативного топлива, либо экономически не оправданными, требуя новых дорогостоящих конструктивных решений двигателя и дополнительного оборудования. Большинство же специалистов видят решение проблемы в переходе на экологически чистые для окружающей среды электротранспортные средства. Однако реализация проекта «электротранспорт» связана не только с необходимостью масштабной реорганизации инфраструктуры и энергосистем, требующих больших капиталовложений, но и с вопросами экологической чистоты производства и утилизации аккумуляторных батарей, скорости их зарядки и др. И как предполагают профессионалы, добиться массового внедрения электротранспорта станет возможным лишь через несколько десятилетий.

По прогнозам Международного энергетического агентства (МЭА), доля транспортных средств с двигателями внутреннего сгорания до 2035–2040 гг. все еще будет составлять около 70–80 % [1, 2]. Поэтому вопрос развития ДВС остается по-прежнему актуальным. Ученые и инженеры всего мира продолжают работать над их усовершенствованием, внедряя новейшие технологии и создавая принципиально новые конструкции двигателей с улучшенными параметрами.

Цель настоящей работы – исследование современного состояния и перспектив развития двигателей внутреннего сгорания. По результатам анализа открытых информационных источников за последние пять лет наибольший интерес, на наш взгляд, представляет ряд инновационных ДВС с оригинальными конструкторско-технологическими решениями: двигатели без распределительных валов, двигатель с низкой степенью сжатия, двигатель с использованием технологии керамических мембран, двигатель с очень низким уровнем вредных выбросов, двигатель без кривошипно-шатунного механизма. Несмотря на то, что многие из них разрабатывались на базе автомобильных двигателей, создатели заявляют о возможности применения новых технологий в области ДВС на любых других видах транспорта (водном, воздушном, железнодорожном).

Двигатель без распределительного вала шведской компании Koenigsegg Automotive AB и FreeValve [3–8]

Общеизвестно, что во всех ДВС непременно присутствует такой элемент, как распределительный вал, кулачки которого отвечают за открытие–закрытие клапанов двигателя, регулирующих подачу топливно-воздушной смеси и выпуск отработавших газов. Однако в про-

цессе открытия–закрытия может происходить «зависание» клапанов, когда клапаны не полностью закрыты или открыты, в этот момент своевременный впрыск топливовоздушной смеси или выпуск отработанных газов затруднен. Решить проблему смогли специалисты шведских компаний Koenigsegg Automotive AB в партнерстве с дочерней компанией FreeValve AB (бывшей Cargine Engineering AB). Результатом их многолетней работы (с начала двухтысячных годов) явилось создание инновационного двигателя внутреннего сгорания без распределительного вала и дроссельной заслонки, в котором открытием и закрытием клапанов управляет не распредвал, а уникальные пневмогидроэлектрические приводы (актуаторы), установленные отдельно в каждом клапане.

В системе FreeValve клапаны не связаны между собой и открываются и закрываются индивидуально с помощью актуатора, что позволяет изменять как момент, так и продолжительность открытия клапанов. Электронный блок управления посылает сигнал на актуатор, который открывает клапан с помощью пневматики и закрывает, используя гидравлику. Пневматическая и гидравлическая системы находятся под постоянным давлением и всегда готовы выполнить открытие или закрытие клапанов, сообщая им максимум энергии. Электрический привод подает масло и воздух, создавая необходимое давление для работы актуатора.

На толкателях установлены пневматические пружины с регулируемым уровнем жесткости и датчики положения клапанов. Процесс работы цилиндров и вспомогательных систем двигателя контролируется компьютером, благодаря чему можно менять фазы газораспределения неограниченное количество раз. Кроме того, можно отключать любое количество цилиндров в любое время. Благодаря технологии FreeValve удалось создать двигатель, эффективно работающий при любых оборотах и на всех режимах без «провалов» на холостом ходу и большого расхода топлива.

Первым прототипом двигателя был оснащен автомобиль универсал Saab 9-5 еще в начале двухтысячных годов. Уже тогда эффективность мотора оказалась на 30 % выше серийного агрегата, расход топлива уменьшился на треть, а уровень выбросов оксидов азота оказался в разы ниже. Однако технология еще требовала доработки и адаптации под массовое применение.

В дальнейшем работы продолжились с разной степенью успеха, но только к 2016 г. компания Koenigsegg представила усовершенствованный в значительной степени и *принципиально новый двигатель внутреннего сгорания без распределительного вала системы FreeValve*. В том же 2016 г. на автосалонах в Китае группа компаний (шведские Koenigsegg и FreeValve, а также китайско-израильский стартап Qoros) представили прототип концепт-кара Qoros QamFree с усовершенствованным двигателем, где вместо традиционного распределительного вала использовались управляемые электроникой актуаторы клапанов с новой технологией FreeValve, и концепт хэтчбека Qoros 3 City SUV с первым серийным двигателем без распределительного вала технологии FreeValve объемом 1,6 л, способным развивать мощность 230 л. с. и 320 Н·м крутящего момента со сниженным расходом топлива на 15 %.

Мощность представленных двигателей FreeValve на 30 % больше, имеет более высокий крутящий момент при низких оборотах, по сравнению с традиционными ДВС с распредвалами того же объема, но при этом на 20–50 % экономичней и с меньшим на 50 % выбросом вредных веществ в атмосферу. Расход топлива на 15–20 % ниже, чем у среднего двухлитрового двигателя с прямым впрыском. За счет отказа от распредвалов, дроссельной заслонки и соответствующего навесного оборудования двигателя компактнее и легче традиционных ДВС.

Двигатель с независимыми клапанами высоконадежен благодаря тому, что при отказе привода клапана поврежденным оказывается только один цилиндр, остальные при этом остаются работоспособными. В традиционных же двигателях при обрыве ремня газораспределительного механизма (ГРМ) поршни сталкиваются с клапанами сразу во всех цилиндрах. Независимая работа клапанов позволяет двигателю сохранять работоспособное состояние даже при поломке нескольких приводов клапанов с не критичной потерей мощности.

ДВС FreeValve адаптивен к работе как на бензине с различным октановым числом, так и на дизельном топливе, может поочередно работать в любом из трех циклов: Отто, Миллера,

Аткинсона, – а также способен воспроизводить цикл Хедмана с изменяемой степенью сжатия. При необходимости двигатель легко можно преобразовать в двухтактный, почти двукратно нарастив мощность.

В марте 2020 г. компания Koenigsegg представила суперкар *Koenigsegg Gemera (Tiny Friendly Giant (TFG))* с новым трехцилиндровым двигателем из алюминиевого сплава без распределительного вала, оснащённым системой индивидуального привода клапанов *FreeValve* объемом 2,0 л с двухступенчатым наддувом. Его мощность составляет 598 л. с. (440 кВт), а крутящий момент достигает 600 Н·м в диапазоне от 2000–7000 об/мин. Двигатель, как и предыдущие его версии, компактен и весит не более 70 кг.

Высокая экологичность двигателя с системой индивидуального привода клапанов обеспечивается принципом работы клапанов, которые настроены на внутреннюю рециркуляцию отработанных газов и смешивание их со свежим воздухом. По сравнению с традиционными двигателями, TFG чище на 60 %. Впускной и выпускной клапаны открываются и закрываются при любом угле поворота коленчатого вала и на любой желаемой высоте подъема, что способствует снижению расхода топлива и количества выбросов при сохранении высоких крутящего момента и мощности. По заявлению компании, двигатель TFG способен работать на самом различном топливе, а при использовании биоэтанола загрязнение углекислым газом CO₂ полностью исключается, т.е. двигатель становится экологически нейтральным.

Каждый из пары турбокомпрессоров двигателя имеет собственные выпускные клапаны цилиндров. При низких нагрузках включается лишь одна турбина, а вторая подключается для достижения максимальной мощности.

Особенностью двигателя TFG является возможность принудительного перехода к циклу Миллера с помощью электроники. Степень сжатия при этом снижается, что позволяет использовать энергию расширяющихся в цилиндрах газов. Как следствие, снижается расход топлива и увеличивается мощность двигателя.

Экономить топливо также позволяет особая технология отключения отдельно взятого цилиндра закрытием на нем всех клапанов. В целом экономия топлива составляет 15–20 % в сравнении с современными четырехцилиндровыми двухлитровыми ДВС с непосредственным впрыском и регулируемым распределительным валом.

Двигатель TFG может использоваться как основной силовой агрегат, так и в составе гибридных силовых установок.

Однако по-прежнему нерешенным остается вопрос с повышенными шумностью двигателей без распределительных валов, завышенными вибрациями и стоимостью. Снизить стоимость, по мнению компании-разработчика, возможно за счет массового производства двигателей и передачи системы управления искусственному интеллекту.

Двигатель без распределительного вала Швейцарской федеральной лаборатории материаловедения и технологий (EMPA) [9, 10]

Еще один ДВС без распредвала создан в отделе автомобильных силовых агрегатов Швейцарской федеральной лаборатории по материаловедению и технологиям (EMPA).

Преследуя цель создания надёжной и экономичной системы клапанов ДВС, компания разработала электрогидравлический клапанный привод *FlexWork* без использования пневматики (рис. 1).

Технология *FlexWork*, как и технология *FreeValve*, позволяет отказаться от распределительного вала и дроссельной заслонки и значительно повысить эффективность двигателя. Стендовые испытания в течение практически одного года типичного легкового автомобиля TSI Volkswagen, работающего на природном газе, с установленным на него новым клапанным механизмом показали снижение расхода топлива на 20 %. Открытие и закрытие клапанов осуществляется цифровым управлением, позволяющим уменьшить себестоимость производства двигателя.

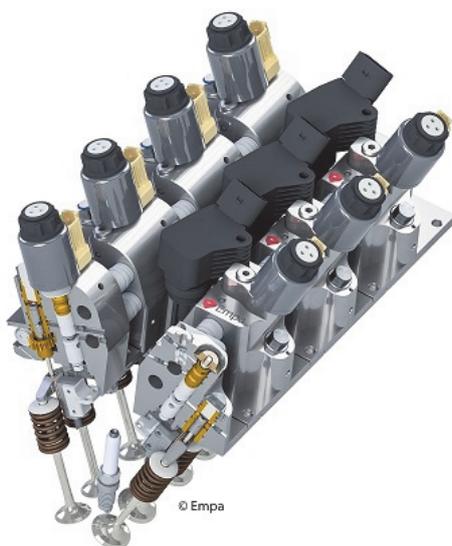


Рис. 1. Электрогидравлическая клапанная система (привод FlexWork в разрезе) [10]
Fig. 1. Electrohydraulic valved system (drive FlexWork in a cut) [10]

Клапаны двигателя лаборатории EMPA приводятся в действие гидравликой под управлением электрического тока через электромагнитную катушку. При подаче напряжения на обмотку открывается гидравлический клапан, позволяя жидкости мгновенно открыть газообменный клапан до нужной величины. После снятия напряжения клапан закрывается с помощью пружины, возвращая большую часть энергии, затраченной на открывание, в гидравлическую систему. Такая система обеспечивает значительно более низкое энергопотребление, чем традиционный газораспределительный механизм, и в сочетании с оптимизированным газораспределением даёт экономию топлива.

Технология обеспечивает возможность выбирать без ограничений параметры работы, время открытия и закрытия клапана для каждого цилиндра, автоматически отключать или включать цилиндры, что позволяет системе самостоятельно управлять работой двигателя. С помощью интеллектуального управления нагрузкой может выбираться определенное количество газа, остающегося в цилиндре.

Система FlexWork позволяет двигателю довольно легко адаптироваться к различным видам топлива, включая возобновляемые.

В двигателе возможна реализация альтернативных видов зажигания топливной смеси, например, самовозгорание топливно-воздушной смеси в нужный момент без искр зажигания. При этом смесь сгорает практически без загрязнения окружающей среды.

Еще одной особенностью системы FlexWork является возможность использования в качестве рабочей жидкости гидравлической системы не масла, а водно-гликолевой смеси, т.е. воды, охлаждающей двигатель.

Двигатели концерна Mazda [11–13]

Японский автомобильный концерн Mazda создал и активно внедряет в производство серию инновационных двигателей SkyActiv (Mazda SkyActiv-G и двигатели нового поколения Mazda SkyActiv-D и Mazda SkyActiv-X), отвечающих экологическим стандартам Euro 5 и Euro 6 в Европе, Post New Long-Term Regulations – в Японии, Tier 2 Bin 5 – в Северной Америке без дорогостоящей дополнительной системы нейтрализации вредных выбросов, имеющих повышенную мощность и сниженный расход топлива.

Дизельный двигатель Mazda SkyActiv-D 2,2. Наиболее важной особенностью нового двигателя является самая низкая степень сжатия (14,1 : 1) среди всех дизельных двигателей, соответствующих установленным нормам вредных выбросов, благодаря чему топливо впрыс-

квивается намного раньше, чем в обычных двигателях, и поэтому успевает сгореть полностью, минимизируя количество выбросов оксидов азота.

За счет уменьшения внутреннего трения движущихся механических частей (общее механическое трение двигателя снизилось на 30 %) увеличивается КПД и повышается эффективность двигателя.

Применение двухступенчатого турбокомпрессора новой конструкции значительно увеличило крутящий момент (до 210 Н·м) на низких и высоких оборотах. Оба турбокомпрессора вместе обеспечивают двигателю «ровную кривую крутящего момента на низких оборотах и высокую мощность на высоких оборотах». Благодаря достаточной подаче воздуха от турбокомпрессоров в широком диапазоне скоростей выбросы оксидов азота и твердых частиц остаются минимальными. В созданных условиях расход топлива снижается более чем на 20 % по сравнению с обычными дизельными двигателями.

Более низкие значения максимального давления в цилиндрах при сниженной степени сжатия сократили нагрузки на другие элементы двигателя, что позволило изготавливать блок цилиндров из менее прочного, но более легкого сплава алюминия, уменьшающего вес двигателя примерно на 10 %.

Посредством изменения конструкции выпускной системы, используя схему выпуска 4-2-1 (четыре первичные трубы выходят из головки блока цилиндров и сливаются в две вторичные трубы, которые, в свою очередь, в конечном итоге соединяются, образуя один коллектор двигателя), выхлопные газы направляются в воздух поочередно. Такая схема позволяет снизить сопротивление во время выпуска отработавших газов. За счет быстрого и легкого отвода выпускных газов достигается дополнительное понижение температуры в камере сгорания. Объем отработанных газов уменьшается в два раза. Одновременно система корректировки фаз на впускном и выпускном распределительных валах улучшает газообмен, а цилиндры небольшого диаметра и увеличенный ход поршня способствуют более слабому нагреву камер сгорания.

Дизельный двигатель Mazda SkyActiv-D 2,2 с турбонаддувом хорошо зарекомендовал себя на кроссоверах Mazda CX-5 2019–2021 гг. выпуска.

Бензиновый двигатель Mazda SkyActiv-X 2.0. Еще одной новинкой компании Mazda является бензиновый двигатель SkyActiv-X 2.0, в котором используется инновационная технология SPCCI (Spark Controlled Compression Ignition), сочетающая искровое зажигание бензинового двигателя с воспламенением от сжатия дизельного двигателя. Работая в системе SPCCI, двигатель способен переключаться с топливовоздушной смеси 14,7 : 1 обычного бензинового двигателя на обедненную смесь более 29,4 : 1.

Когда двигатель «холодный» или работает на высоких оборотах, свечи зажигания воспламеняют топливную смесь обычным образом. При работе двигателя в режиме обедненной смеси, свечи зажигания зажигают импульс богатой топливом смеси, впрыскиваемой в центр цилиндров под сверхвысоким давлением во время такта сжатия, что в свою очередь вызывает воспламенение от сжатия с быстрым и равномерным горением и способствует более мощному ходу поршня. Момент сгорания регулируется пламенем свечи зажигания.

Обедненная гомогенная топливно-воздушная смесь сжимается, пока не приблизится к точке спонтанного воспламенения (16 : 1), что немного ниже уровня, необходимого для воспламенения от сжатия. Чтобы воспламенить смесь в нужное время, небольшой впрыск распыленного топлива непосредственно вокруг свечи зажигания образует более богатую зону, которая при воспламенении создает волну давления, проходящую через камеру сгорания, увеличивая сжатие и температуру до критической точки, при которой сгорает основная часть топлива. Изменением мощности можно управлять с помощью всасываемого первого заряда и второго заряда, впрыскиваемого незадолго до того, как поршень достигнет своего оптимального положения. Это значительно расширяет область работы на обедненной смеси и способствует высокой экономии топлива.

Применение технологии SPCCI в двигателе SkyActiv-X по сравнению с бензиновым двигателем предыдущего поколения SkyActiv-G позволяет увеличить на 10–30 % крутящий момент, повысить топливную эффективность на 20–30 %, уменьшить на 15–30 % количество выбросов углекислого газа за счет использования обедненной смеси.

Двигатель Skyactiv-X с 2020 г. устанавливается на автомобилях седан и хэтчбек Mazda 3 нового поколения и кроссоверах Mazda CX-30.

Двигатель с использованием технологии керамических мембран (МИЕС) [14, 15]

Учеными Политехнического университета Валенсии (Universitat Politècnica de València, UPV, Испания) разработан новый ДВС, который практически не выделяет выхлопных газов, соответствует нормативам по выбросам отработанных газов, запланированным до 2040 г., и сопоставим по экологической чистоте с электродвигателями. Кроме того, ДВС отличается высоким КПД. Как заявляют разработчики, на сегодняшний день более экологически чистых аналогов ДВС данному двигателю нет. Первые прототипы этого двигателя находятся на стадии изготовления.

Применяемая технология основана на использовании керамических мембран МИЕС, запатентованных Валенсийским институтом химических технологий (ITQ). Мембраны, встроенные в двигатель, отделяют от воздуха кислород, необходимый для сжигания топлива, улавливая молекулы оксидов азота NOx и одновременно захватывая углекислый газ CO₂.

Конструкция двигателя позволяет сжигать отделенный углекислый газ без удаления CO₂ через выхлопную систему, который хранится под давлением в специальном резервуаре, встроенном в транспортное средство, и в дальнейшем может использоваться для промышленных нужд.

Поскольку в систему должны быть встроены два бака (топливный и для хранения углекислого газа), применять эту технологию возможно на крупногабаритных транспортных средствах.

Двигатель Astron Aerospace (США) [16, 17]

Двигатель внутреннего сгорания с очень низким уровнем вредных выбросов представила компания Astron Aerospace (США) под названием Omega 1, который разработчики позиционируют как альтернативу электродвигателям (рис. 2, а).

Как утверждает компания, двигатель Omega 1 является первым в мире с активной линейной передачей мощности (при работе ДВС вся мощность передается через единственный вращающийся вал силовой передачи). Новый компактный двигатель мощнее, легче, эффективнее и проще, чем любой турбинный двигатель. Уплотнение роторов не требуется, так как допустимые отклонения от номинальных размеров деталей минимальные, а высокие обороты двигателя при работе «не оставляют времени для утечки воздуха».

На сегодняшний день уже создан рабочий прототип двигателя, развивающий мощность до 160 л. с. при крутящем моменте 230 Н·м и весе всего 15,9 кг.

Четыре такта этого двигателя «распределены» на две независимые камеры сгорания, между которыми находится форсажная камера. Два первичных вала расположены вертикально и соединены синхронизирующими шестернями, вращающимися синхронно, но в противоположных направлениях с одинаковой скоростью. Четыре ротора размещены на двух валах и вращаются двумя парами, одна из которых отвечает за такты впуска и сжатия, а другая – за такты сгорания и выпуска. Форкамера и поворотный дисковый клапан находятся между двумя наборами роторов.

Как и в роторном двигателе Ванкеля, в Omega 1 отсутствуют смещенный кривошипно-шатунный механизм, эксцентриковый вал или поршни, совершающие возвратно-поступательное движение, но в отличие от него разработанный двигатель имеет предкамеру, которая отделяет холодный впускной воздух от выхлопных газов, исключая проблему перекрытия клапанов.

Улучшенное сгорание и высокая эффективность достигаются за счет принудительного впуска воздуха с наддувом при давлении от 200 до 300 фунтов на квадратный дюйм, тогда как обычные нагнетатели повышают давление сгорания всего на 6–35 фунтов на квадратный дюйм.

Небольшой и компактный мощный двигатель имеет сниженный расход топлива и производит очень небольшое количество вредных выбросов. Уровень износа движущихся механизмов из-за трения минимальный, благодаря чему ожидаемое время между капитальными ремонтами не менее, а даже более 100 000 ч.

Устанавливать новый двигатель можно будет на любые малогабаритные транспортные средства, работающие на различных видах жидкого топлива. Вместе с тем конструкция Omega 1 позволяет одновременно устанавливать несколько двигателей один за другим, постепенно наращивая мощность, что расширяет его возможности и области применения (рис. 2, б).

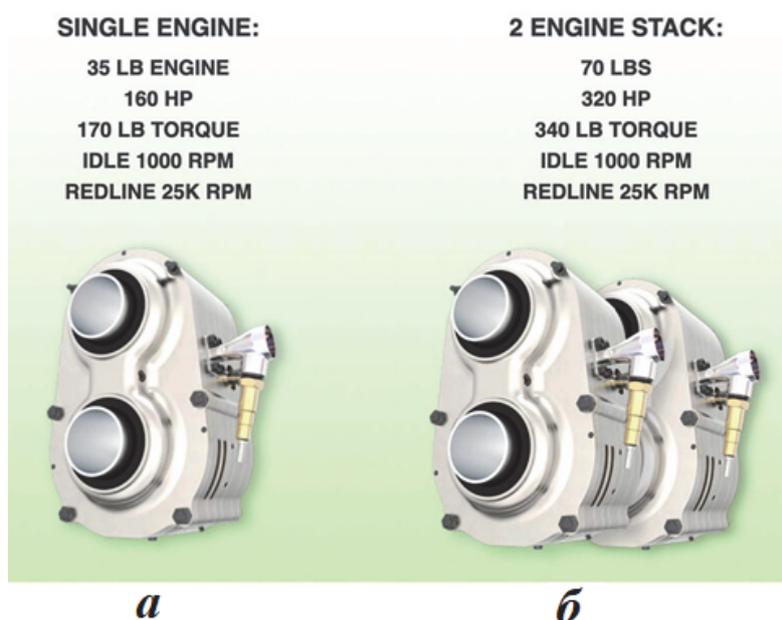


Рис. 2. Двигатели Omega 1 (Astron Aerospace): а – один двигатель; б – два спаренных двигателя [16]

Fig. 2. Engines Omega 1 (Astron Aerospace): a – single engine; б – two engine stack [16]

Двигатель без кривошипно-шатунного механизма [18–22]

Специалисты инженеринговой компании «Интер Мотор Групп» (Россия, Сколково) под научным руководством профессора В.П. Бойкова создали ДВС нового поколения без кривошипно-шатунного механизма (КШМ), предназначенного для осуществления процесса передачи энергии поршней на выходной вал двигателя. Взамен КШМ учеными разработано уникальное устройство отбора мощности (УОМ). Новый двигатель защищен Евразийским патентом и на данный момент не имеет мировых аналогов.

УОМ преобразует возвратно-поступательное движение поршня во вращательное движение выходного вала и отличается более экономичным преобразованием видов движения по сравнению с кривошипно-шатунным механизмом за счет того, что четырехтактный цикл происходит за один оборот выходного вала. Проведенные исследования и расчеты, а также испытания опытного образца показали его значительные энергетические и экономические преимущества перед кривошипно-шатунным механизмом: КПД двигателя повысился до 50–

55 %; расход топлива уменьшился на 30–40 % и, как следствие, количество вредных выбросов снизилось до 40 %; габариты и вес двигателя уменьшились на 25 %. Двигатель отвечает современным и перспективным экологическим требованиям без потери мощности. Кроме того, применение УОМ позволило исключить из конструкции двигателя приводные ремни, цепи и уравнивающие механизмы.

Устройство отбора мощности представлено на рис. 3.

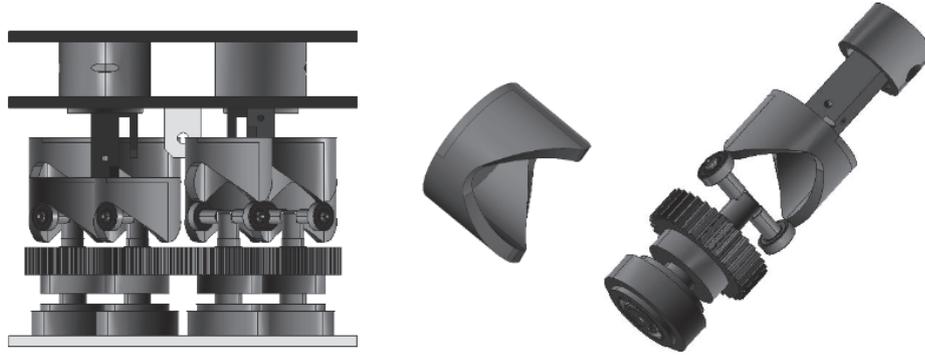


Рис. 3. Устройство отбора мощности (Россия, Сколково) [19]

Fig. 3. The power take-off device (Russia, Skolkovo) [19]

Предлагаемый двигатель с инновационным устройством отбора мощности может быть применен для различных транспортных средств (судов, легковых и грузовых автомобилей, тракторов, летательных аппаратов и др.) и работать на бензиновом, дизельном, газовом, керосиновом, водородном и других видах топлива.

В табл. 1 и 2 приведен сравнительный анализ характеристик некоторых серийных ДВС и модернизированных двигателей нового поколения на примере катеров, судов, легковых транспортных средств (автомобилей).

Таблица 1

Характеристики серийных ДВС и модернизированных двигателей нового поколения (ДВС НП) для судов и катеров [21]

Table 1

Characteristics serial ДВС and the modernised engines (ДВС НП) of the new Generations for courts and boats [21]

ДВС для судов и катеров	Тип двигателя			
	ВУКН D2-75	ДВС НП	MAN D 2842 LE	ДВС НП
Вид топлива	Дизель			
Диаметр цилиндра, мм	84	80	128	1115
Ход поршня, мм	100	60	142	136
Число цилиндров	4	4	12	8
Рабочий объем, л	2,2	1,2	21,9	11,2
Сухая масса, кг	258	195	1790	1250
Максимальная мощность, кВт	55	55	662	670
Частота вращения, об/мин	3000	1500	2100	1050
Расход топлива, при макс. мощности, кг/ч	12,1	7,0	145	86

Окончание табл. 1

ДВС для судов и катеров	Тип двигателя			
	MAN E0836 E312	ДВС НП	MWM TCG 3016	ДВС НП
Вид топлива	Газ			
Диаметр цилиндра, мм	108	90	132	132
Ход поршня, мм	125	90	160	160
Число цилиндров	4	4	8	4
Рабочий объем, л	4,6	2,3	17,5	8,8
Сухая масса, кг	430	290	1420	750
Максимальная мощность, кВт	68	68	427	410
Частота вращения, об/мин	1800	900	1500	750
Расход топлива, при макс. мощности, кг/ч	10,9	6,3	68,7	39,1

Таблица 2

**Характеристики серийных ДВС и модернизированных двигателей
нового поколения (ДВС НП) для легковых автомобилей [21]**

Table 2

**Characteristics serial ДВС and the modernised engines (ДВС НП)
of the new Generations for cars [21]**

ДВС для легкового автомобиля	Тип двигателя и топлива					
	Бензин		Дизель		Газ	
	ДВС НП	VW 1.2TSI (EA111)	ДВС НП	VW 1.6TDI (CAUC)	ДВС НП	VW 1.4TGI Blue Motion
Рабочий объем двигателя, л	0,588	1,197	0,809	1,598	0,710	1,395
Номинальная мощность, л. с.	101	105	104	102	107	110
при частоте вращения, об/мин	2500	5000	2200	4400	3000	6000
Максимальный крутящий момент, Н·м	348	175	465	230	395	200
при частоте вращения, об/мин	1400	2800	1000	2000	1300	2500
Расход топлива, л/100 км	3,7	5,9	3,9	6,5	2,9	4,5

Заключение

Проведенное исследование инновационных технологий в области двигателей внутреннего сгорания является далеко неполным, но и этот охват позволяет сделать вывод, что преимущества применения ДВС с реализацией новейших технологий на современном этапе развития техники и технологий очевидны. Совершенствование рабочих процессов и конструкций двигателей внутреннего сгорания позволило получить высокие технические параметры и снизить уровень вредных выбросов до уровня современных экологических стандартов. Вместе с тем следует отметить необходимость, целесообразность и возможность дальнейшего развития двигателей внутреннего сгорания в направлении повышения КПД, уменьшения массы и габаритов, снижения стоимости, повышения топливной экономичности и экологической безопасности.

Список источников

1. Пути перехода к устойчивой энергетике. Серия публикаций ЕЭК ООН по энергетике № 67. Женева: ООН, 2020. С. 60 [Электронный ресурс]. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/PATHWAYS/Home/FINAL_Report_-_Pathways_to_Sustainable_Energy_-_RUSSIAN.pdf (дата обращения: 10.12.2022).
2. Международное энергетическое агентство (МЭА) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.iea.org/> (дата обращения: 10.12.2022).
3. Tracy D.A Detailed Look At The Koenigsegg Gemera's Mind-Blowing Engineering // JALOPNIK, March 9, 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://jalopnik.com/a-detailed-look-at-the-koenigsegg-gemeras-mind-blowing-1842073757> (дата обращения: 10.12.2022).
4. 1,6-литровый двигатель без распредвала от Qoros 3 развивает 230 лошадиных сил // 1GAI.ru, 22.11.2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://1gai.ru/autonews/517688-16-litrovyy-dvigatel-bez-raspredvala-ot-qoros-3-razvivaet-230-loshadinyh-sil.html> (дата обращения: 10.12.2022).
5. Бондарь А. ДВС без ГРМ // Энергознание, 28.03.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.energovector.com/energoznanie-dvs-bez-grm.html> (дата обращения: 10.12.2022).
6. Апресов С. Может ли двигатель работать без ГРМ? // Автомобили, 20.11.2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.poromech.ru/vehicles/237446-kak-rabotaet-dvigatel-bez-grm/> (дата обращения: 10.12.2022).
7. Двигатель без распредвалов. Технология FreeValve // 24TG - АВТОМОБИЛЬНЫЙ ПОРТАЛ [Электронный ресурс]. URL: <https://24techno-guide.ru/dvigatel-bez-raspredvalov-tehnologiya-freevalve.php> (дата обращения: 10.12.2022).
8. Гронский Я. Как устроен революционный двигатель без распредвала // Motor, 18.01.2016 [Электронный ресурс]. URL: <https://motor.ru/lab/koenigsegg.htm> (дата обращения: 10.12.2022).
9. Klose R. Innovative valve train saves 20 % fuel // Powertrain technology, August 19, 2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.empa.ch/web/s604/flexwork> (дата обращения: 10.12.2022).
10. Барский Р. Двигатель без распределительного вала. Инновационная система клапанов экономит 20 % топлива // Наука и техника, 01.09.2019 [Электронный ресурс]. URL: <https://naukatehnika.com/dvigatel-bez-raspredelitel'nogo-vala-1.html> (дата обращения: 10.12.2022).
11. Mazda's new SKYACTIV-X engine has potential to rival C02 of EVs when measured 'well-to-wheel' // News and Features from Mazda UK PR, March 13, 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.insidemazda.co.uk/2018/03/13/mazdas-new-skyactiv-x-engine-has-potential-to-rival-c02-of-evs-when-measured-well-to-wheel/> (дата обращения: 10.12.2022).
12. SKYACTIV-X with Spark Controlled Compression Ignition (SPCCI) // News and Features from Mazda UK PR, JUN 15, 2018 [Электронный ресурс]. URL: <https://www.insidemazda.co.uk/2018/06/15/skyactiv-x-with-spark-controlled-compression-ignition-spcci/> (дата обращения: 10.12.2022).
13. Skyactiv Technology. Revolution that Takes Cars to the Next Level [Электронный ресурс]. URL: <https://www.mazda.com/en/archives/skyactiv/> (дата обращения: 10.12.2022).
14. New internal combustion engine that does not emit harmful gases or carbon dioxide // Asociacion RUVID, August 25, 2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://techxplore.com/news/2020-08-internal-combustion-emit-gases-carbon.html> (дата обращения: 10.12.2022).
15. Kulikowska-Wielgus A. Невозможное становится возможным. Испанцы строят двигатель внутреннего сгорания, который не выделяет выхлопных газов // Trans.INFO, 09.10.2020 [Электронный ресурс]. URL: <https://trans.info/ru/nevozmozhnoe-stanovitsya-vozmozhnyim-ispantsyi-stroyat-dvigatel-vnutrennego-sgoraniya-kotoryiy-ne-vyidelyaet-vyihloponyih-gazov-203516> (дата обращения: 10.12.2022).

16. The race to zero is over! // Astron Aerospace [Электронный ресурс]. URL: <https://astronaerospace.com/> (дата обращения: 10.12.2022).
17. Шапиро К. Альтернатива электромоторам. Принципиально новый тип двигателя внутреннего сгорания // Наука и техника, 31.01.2022 [Электронный ресурс]. URL: <https://naukatehnika.com/serialno-novuj-tip-dvs.html> (дата обращения: 10.12.2022).
18. Инновационный проект «МОТОР – ЗЕЛЕНЫЙ МУРАВЕЙ» // ООО «Интер Мотор Групп» [Электронный ресурс]. URL: <https://idip.info/upload/iblock/ae6/ae683c725f8190e878735dbc5f8ce682.pdf> (дата обращения: 10.12.2022).
19. Приложения, исследования, расчеты // ООО «Интер Мотор Групп» [Электронный ресурс]. URL: https://156eebd9-59f4-4ef2-b47c-9eef12d4b542.filesusr.com/ugd/047073_8129abbae6c94b1cab7dc6ecd2f2c652.pdf (дата обращения: 10.12.2022).
20. Pozdnyakov N. Technology. Innovative and environmental startup project // MOTOR Green Ant [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eco-dvs.com/tehnologii> (дата обращения: 16.03.2022).
21. Сравнение показателей серийных ДВС и модернизированных ДВС нового поколения // ООО «Интер Мотор Групп» [Электронный ресурс]. URL: https://156eebd9-59f4-4ef2-b47c-9eef12d4b542.filesusr.com/ugd/047073_91c71c1092d7416e81c00890abc8f94d.pdf (дата обращения: 10.12.2022).
22. Пат. 025961 В1 Евразийское патентное ведомство. Устройство отбора мощности от двигателя внутреннего сгорания / Шаплыко П.В.; заявитель и патентообладатель Шаплыко П.В. № 201600173 (22); заявл. 28.01.2016; опубл. 28.02.2017, Евразийская патентная организация, ЕАПВ. 12 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.eapo.org/ru/publications/bulletin/ea201702/html/025961.html> (дата обращения: 10.12.2022).

References

1. Transition ways to steady power. A series of publications ЕЭК the United Nations on power № 67. Geneva: the United Nations, 2020. With. 60 [Electronic resource]. URL: https://unece.org/fileadmin/DAM/energy/images/PATHWAYS/Home/FINAL_Report_-_Pathways_to_Sustainable_Energy_-_RUSSIAN.pdf (date of access: 10.12.2022).
2. The international power agency (IAP) [Electronic resource]. URL: <https://www.iea.org/> (date of access: 10.12.2022).
3. Tracy D.A Detailed Look At The Koenigsegg Gemera's Mind-Blowing Engineering // JALOPNIK, March 9, 2020 [Electronic resource]. URL: <https://jalopnik.com/a-detailed-look-at-the-koenigsegg-gemeras-mind-blowing-1842073757> (date of access: 10.12.2022).
4. 1,6-litre engine without a cam-shaft from Qoros 3 develops 230 hp // 1GAI.ru, 22.11.2016 [Electronic resource]. URL: <https://1gai.ru/autonews/517688-16-litrovyy-dvigatel-bez-raspredvala-ot-qoros-3-razvivaet-230-loshadinyh-sil.html> (date of access: 10.12.2022).
5. Bondar A. IC-engine without VVTS // Power knowledge, 28.03.2020 [Electronic resource]. URL: <https://www.energovector.com/energoznanie-dvs-bez-grm.html> (date of access: 10.12.2022).
6. Apresov C. As the engine without a gas distribution mechanism // Cars works, 23.10.2021 [Electronic resource]. URL: <https://www.popmech.ru/vehicles/237446-kak-rabotaet-dvigatel-bez-grm/> (date of access: 10.12.2022).
7. The engine without camshafts. Technology FreeValve // 24TG - AUTOMOBILE PORTAL [Electronic resource]. URL: <https://24techno-guide.ru/dvigatel-bez-raspredvalov-tehnologiya-freevalve.php> (accessed on: 10.12.2022).
8. Gronskiy I. As the revolutionary engine without a camshaft is arranged // Motor, 18.01.2016 [Electronic resource]. URL: <https://motor.ru/lab/koenigsegg.htm> (date of access: 10.12.2022).
9. Klose R. Innovative valve train saves 20 % fuel // Powertrain technology, August 19, 2019 [Electronic resource]. URL: <https://www.empa.ch/web/s604/flexwork> (date of access: 10.12.2022).

10. Barskiy R. The engine without a cam shaft. The innovative system of valves saves 20 % of fuel // the Science and technics, 01.09.2019 [Electronic resource]. URL: <https://naukatehnika.com/dvigatel-bez-raspredelitel'nogo-vala-1.html> (date of access: 10.12.2022).
11. Mazda's new SKYACTIV-X engine has potential to rival CO₂ of EVs when measured 'well-to-wheel' // News and Features from Mazda UK PR, March 13, 2018 [Electronic resource]. URL: <https://www.insidemazda.co.uk/2018/03/13/mazdas-new-skyactiv-x-engine-has-potential-to-rival-co2-of-evs-when-measured-well-to-wheel/> (date of access: 10.12.2022).
12. SKYACTIV-X with Spark Controlled Compression Ignition (SPCCI) // News and Features from Mazda UK PR, JUN 15, 2018 [Electronic resource]. URL: <https://www.insidemazda.co.uk/2018/06/15/skyactiv-x-with-spark-controlled-compression-ignition-spcci/> (date of access: 10.12.2022).
13. Skyactiv Technology. Revolution that Takes Cars to the Next Level [Electronic resource]. URL: <https://www.mazda.com/en/innovation/technology/skyactiv/> (date of access: 10.12.2022).
14. New internal combustion engine that does not emit harmful gases or carbon dioxide // Asociacion RUVID, August 25, 2020 [Electronic resource]. URL: <https://techxplore.com/news/2020-08-internal-combustion-emit-gases-carbon.html> (date of access: 10.12.2022).
15. Kulikowska–Wielgus A. Impossible becomes possible. Spaniards build an internal combustion engine which does not allocate some exhaust gases // Trans.INFO, 10.12.2020 [Electronic resource]. URL: <https://trans.info/ru/nevozmozhnoe-stanovitsya-vozmozhnyim-ispantsyi-stroyat-dvigatel-vnutrennego-sgoraniya-kotoryiy-ne-vyidelyaet-vyihlopnnyih-gazov-203516> (date of access: 10.12.2022).
16. The race to zero is over! // Astron Aerospace [Electronic resource]. URL: <https://astronaerospace.com/> (date of access: 10.12.2022).
17. Shapiro K. Alternative of electroengine mounts. Essentially new type of an internal combustion engine//the Science and technics, 31.01.2022 [Electronic resource]. URL: <https://naukatehnika.com/pcipialno-novyj-tip-dvs.html> (date of access: 10.12.2022).
18. Innovative project «MOTOR - GREEN ANT» // Open Company «Inter Motor Groups» [Electronic resource]. URL: <https://idip.info/upload/iblock/ae6/ae683c725f8190e878735dbc5f8ce682.pdf> (date of access: 10.12.2022).
19. Applications, researches, calculations // Open Company «Inter Motor Groups» [Electronic resource]. URL: https://156eebd9-59f4-4ef2-b47c-9eef12d4b542.filesusr.com/ugd/047073_8129abbae6c94b1cab7dc6ecd2f2c652.pdf (date of access: 10.12.2022).
20. Pozdnyakov N. Technology. Innovative and environmental startup project // MOTOR Green Ant [Electronic resource]. URL: <https://www.eco-dvs.com/tehnologii> (date of access: 16.03.2022).
21. Comparison of indicators serial IC-engine and modernised IC-engine new generation // Open Company «Inter Motor Groups» [Electronic resource]. URL: https://156eebd9-59f4-4ef2-b47c-9eef12d4b542.filesusr.com/ugd/047073_91c71c1092d7416e81c00890abc8f94d.pdf (date of access: 10.12.2022).
22. Pat. 025961 B1 The Euroasian patent department. The device of takeoff of capacity from an internal combustion engine / Shapliko P.V.; The applicant and the owner of the patent Shapliko P.V. № 201600173 (22); It is declared 28.01.2016; It is published 28.02.2017, The Euroasian patent organisation. 12 c. [Electronic resource]. URL: <https://www.eapo.org/ru/publications/bulletin/ea201702/html/025961.html> (date of access: 10.12.2022).

Информация об авторах

Т.Е. Коршунова – кандидат технических наук, доцент, доцент кафедры «Эксплуатация и управление транспортом», SPIN-код: 6220-5997, AuthorID: 814437;
Р.Д. Волынец – бакалавр кафедры «Эксплуатация и управление транспортом».

Information about the authors

T.E. Korshunova – PhD in Engineering Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Transport Operation and Management, SPIN-code: 6220-5997, AuthorID: 814437;

R.D. Volynets – bachelor of the Department of Transport Operation and Management.

Статья поступила в редакцию 18.01.2023, одобрена после рецензирования 22.03.2023, принята к публикации 23.03.2023.

The article was submitted 18.01.2023, approved after reviewing 22.03.2023, accepted for publication 23.03.2023.

СВЕДЕНИЯ О ЖУРНАЛЕ

Научный журнал «Научные труды Дальрыбвтуза» издается с 1996 года.

Тематика статей, публикуемых в журнале, соответствует следующим отраслям науки:

2.5.20 – Судовые энергетические установки и их элементы (главные и вспомогательные)

4.2.6 – Рыбное хозяйство, аквакультура и промышленное рыболовство

4.3.3 – Пищевые системы

4.3.5 – Биотехнологии продуктов питания и биологически активных веществ

В журнале публикуются научные статьи преподавателей, научных сотрудников и аспирантов ФГБОУ ВО «Дальрыбвтуз», а также ученых и преподавателей других образовательных и научных организаций Российской Федерации и зарубежных стран.

В одном номере журнала может быть опубликовано не более двух статей одного автора, в том числе в соавторстве.

Статьи в научном журнале «Научные труды Дальрыбвтуза» публикуются бесплатно.

Предлагаемая к публикации статья должна соответствовать научной тематике журнала, быть интересной достаточно широкому кругу российской научной общественности. Материал, предлагаемый для публикации, должен быть оригинальным, не опубликованным ранее в других печатных изданиях, написан в контексте современной научной литературы и содержать очевидный элемент создания нового знания.

При цитировании и копировании публикаций ссылка в журнал обязательна.

За точность воспроизведения имен, цитат, формул, цифр несет ответственность автор.

Редакция журнала в своей деятельности руководствуется положениями гл. 70 «Авторское право» Гражданского кодекса Российской Федерации и рекомендациями Международного комитета по публикационной этике (COPE) – <http://publicationethics.org/resources/flowcharts>.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЬИ

Объем статьи (включая список литературы, таблицы и подрисуночные подписи) должен быть от 5 до 12 страниц; текст – в формате А4; наименование шрифта – Times New Roman; размер (кегель) шрифта – 12 пунктов; все поля должны быть 2 см, отступ (абзац) – 1 см, междустрочный интервал – одинарный.

Текст статьи набирать без принудительных переносов, слова внутри абзаца разделять только одним пробелом, не использовать пробелы для выравнивания. Следует избегать перегрузки статей большим количеством формул, дублирования одних и тех же результатов в таблицах и графиках.

Границы таблиц и рисунков должны соответствовать параметрам полей текста. Математические и химические формулы должны набираться одним объектом в редакторе формул Equation (MathType) или в Редакторе MS Word кеглем 12.

Формулы и уравнения печатаются с новой строки и нумеруются в круглых скобках в конце строки.

Рисунки должны быть представлены в формате *.jpg или *.tiff. Подрисуночная подпись должна состоять из номера и названия (Рис. 1. ...). В тексте статьи обязательно должны быть ссылки на представленные рисунки. Таблицы должны иметь заголовки и порядковые номера. В тексте статьи должны присутствовать ссылки на каждую таблицу.

В связи с тем, что электронные версии публикаций обрабатываются в специальных программах для размещения в различных электронных библиотечных системах, математические символы, формулы с надстрочными и подстрочными индексами и буквы греческого алфавита в заголовках статей, аннотациях и ключевых словах отображаются некорректно. Убедительная просьба избегать употребления таких символов в указанных частях публикации!

Требования к оформлению статьи приводятся в соответствии с ГОСТ Р 7.0.7–2021 «СТАТЬИ В ЖУРНАЛАХ И СБОРНИКАХ. Издательское оформление»:

1. Вверху по центру страницы прописными буквами указывается рубрика:

- БИОТЕХНОЛОГИИ ПРОДУКТОВ ПИТАНИЯ И БИОЛОГИЧЕСКИ АКТИВНЫХ ВЕЩЕСТВ
- ПИЩЕВЫЕ СИСТЕМЫ
- РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО
- СУДОВЫЕ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИЕ УСТАНОВКИ И ИХ ЭЛЕМЕНТЫ (ГЛАВНЫЕ И ВСПОМОГАТЕЛЬНЫЕ)

2. Тип статьи – научная статья, обзорная статья, редакционная статья и т.д. указывают в начале статьи отдельной строкой слева.

3. Индекс УДК (слева).

4. Список авторов в формате: «Имя, отчество, фамилия» (полностью) набирается полужирным шрифтом. Если у статьи несколько авторов, то имена авторов приводят в принятой ими последовательности. Сведения о месте работы (учебы), электронные адреса, ORCID авторов указывают после имен авторов на разных строках и связывают с именами с помощью надстрочных цифровых обозначений¹⁾. Если у авторов одно и то же место работы, учебы, то эти сведения приводят один раз. В случае, когда автор работает (учится) в нескольких организациях (учреждениях), сведения о каждом месте работы (учебы) указывают после имени автора на разных строках и связывают с именем с помощью надстрочных цифровых обозначений.

После списка авторов указываются следующие данные:

- полное название учреждения (место работы);
- город, страна;
- адрес электронной почты.

Наименование организации (учреждения), подразделения, где работает автор, приводится без обозначения организационно-правовой формы юридического лица (ФГБОУ ВО, ФГБУН, ОАО и т.д.).

5. Заглавие статьи. Название статьи должно быть кратким (10–12 слов). Заголовок набирают полужирными буквами по центру страницы. Первое слово заглавия статьи приводят с прописной буквы, остальные слова – со строчной буквы (кроме собственных имен, аббревиатур и т.д.). В заглавии не допускается употребление сокращений, кроме общепризнанных. В конце заглавия точку не ставят

6. Аннотация (не менее 150–250 слов). Перед текстом необходимо поставить слово «аннотация» и выделить его полужирным курсивом.

7. Ключевые слова (словосочетания) должны соответствовать теме статьи и отражать ее предметную, терминологическую область. Не рекомендуется использовать обобщенные и многозначные слова, а также словосочетания, содержащие причастные обороты. Количество ключевых слов (словосочетаний) не должно быть меньше 3 и больше 15 слов (словосочетаний). Их приводят, предваряя словами «Ключевые слова», набранными полужирным курсивом, и отделяют друг от друга запятыми. После ключевых слов точку не ставят.

8. Благодарности. После ключевых слов при необходимости приводят слова благодарности организациям (учреждениям), научным руководителям и другим лицам, оказавшим помощь в подготовке статьи, сведения о грантах, финансировании подготовки и публикации статьи, проектах, научно-исследовательских работах, в рамках или по результатам которых опубликована статья.

9. Знак охраны авторского права приводят по ГОСТ Р 7.01 внизу первой полосы статьи с указанием фамилии и инициалов автора (-ов) или других правообладателей и года публикации статьи.

НА АНГЛИЙСКОМ ЯЗЫКЕ УКАЗЫВАЕТСЯ:

10. Рубрика – по центру прописными буквами:

- BIOTECHNOLOGY OF FOOD AND BIOLOGICALLY ACTIVE SUBSTANCES
- FOOD SYSTEMS
- FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING
- MARINE POWER PLANTS AND THEIR ELEMENTS (MAIN AND AUXILIARY)

11. Тип статьи: Original article

12. Заглавие статьи – по центру страницы полужирным шрифтом.

13. Список авторов в формате «Имя, инициал отчества с точкой, фамилия» (Ivan I. Ivanov)

После списка авторов указываются следующие данные:

- полное название учреждения / места работы (Far Eastern State Technical Fisheries University);
- город, страна (Vladivostok, Russia);
- адрес электронной почты.

14. Аннотация (первое слово *Abstract* набирается полужирным курсивом).

15. Ключевые слова (первое слово *Keywords* набирается полужирным курсивом).

16. Благодарности (первое слово *Acknowledgments* набирается полужирным курсивом).

17. ТЕКСТ СТАТЬИ обязательно должен содержать следующие разделы:

- Введение
- Объекты и методы исследований
- Результаты и их обсуждение
- Заключение

18. Список источников. Перечень затекстовых библиографических ссылок помещают после основного текста статьи с предшествующими словами «Список источников». В перечень библиографических ссылок включают записи только на ресурсы, которые упомянуты или цитируются в основном тексте статьи. Библиографическую запись составляют по ГОСТ Р 7.0.5. Библиографические записи в перечне затекстовых библиографических ссылок нумеруют и располагают в порядке цитирования источников в тексте статьи, номер источника указывается в тексте в квадратных скобках [1, 2, 3] после цитаты.

19. Библиографический список (при наличии) помещают после списка источников с предшествующими словами «Библиографический список». В него включают записи на ресурсы по теме статьи, на которые не даны ссылки, а также записи на произведения лиц, которым посвящена статья. Записи в библиографическом списке нумеруют и располагают в алфавитном или хронологическом порядке.

20. Информация об авторе (авторах) / Information about the author (authors) – дополнительные сведения об авторе приводят с предшествующими словами **Информация об авторе (авторах) / Information about the author (authors)** в конце статьи после Списка источников (библиографического списка) на русском и английском языках. Дополнительные сведения об авторе (авторах) могут содержать:

- полное имя, отчество и фамилия,
- ученая степень,

- ученое звание,
- должность (с наименованием организации и подразделения),
- почетное звание;
- членство в организациях и творческих / профессиональных союзах;
- другие, кроме ORCID, идентификационные номера авторов.

21. Вклад авторов. Сведения о вкладе каждого автора, если статья имеет несколько авторов, при необходимости приводится на русском и английском языках в конце статьи после «Информации об авторах». Этим сведениям предшествуют слова «Вклад авторов» (Contributions of the authors) – после фамилии и инициалов автора в краткой форме описывается его личный вклад в написание статьи (идея, сбор материала, обработка материала, написание статьи, научное редактирование текста и т.д.)

В редакцию предоставляются:

1. Электронная версия статьи в программе MS Word 10 версии и выше в формате .docx на флэш-носителе или отправляется на электронный адрес редакции (nauch-tr@dgtru.ru). Файл статьи следует назвать по фамилии первого автора – Петров А.А.doc.

2. Распечатанный экземпляр статьи, строго соответствующий электронной версии.

3. Сопроводительное письмо на имя главного редактора сборника на бланке направляющей организации о возможности опубликовать научную статью в сборнике, с подписью руководителя учреждения (заверенной печатью), в котором выполнена работа, или его заместителя (сотрудникам Дальрыбвтуза сопроводительное письмо не требуется).

4. Экспертное заключение о возможности публикации в открытой печати, с гербовой печатью организации (скачать на сайте: <https://nauch-tr.dalrybvtuz.ru/> в разделе «Требования к оформлению статей»).

5. Авторское соглашение на публикацию статьи (скачать на сайте: <https://nauch-tr.dalrybvtuz.ru/> в разделе «Требования к оформлению статей»).

ПРИМЕР ОФОРМЛЕНИЯ СТАТЬИ

Научные труды Дальрыбвтуза. 2021. Т. 58, № 4. С. 5–8.

Scientific Journal of the Far Eastern State Technical Fisheries University. 2021. Vol. 58, no 4. P. 5–8.

РЫБНОЕ ХОЗЯЙСТВО, АКВАКУЛЬТУРА И ПРОМЫШЛЕННОЕ РЫБОЛОВСТВО

Научная статья

УДК 123

Чужеродные виды рыб залива Петра Великого

Александр Александрович Иванов¹, Иван Иванович Петров²

¹ Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет, Владивосток, Россия

² Тихоокеанский филиал Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, Владивосток, Россия

¹ ivanov.aa@dgtru.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

² petrovII@mail.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

Аннотация. Приводится информация о времени проникновения чужеродных видов рыб в залив Петра Великого, их половом и возрастном составе. Установлено, что все чужеродные виды рыб акватории залива Петра Великого относятся к короткоцикловым, максимальный возраст не превышает 5 лет. Виды, проникшие в акваторию залива раньше, преимущественно имеют устоявшуюся половозрастную структуру с преобладанием самок или равнозначную, а виды, проникшие в водоем относительно недавно, отличаются преобладанием самцов.

Ключевые слова: гидробионты, чужеродные виды рыб, залив Петра Великого, популяционная структура

FISHERIES, AQUACULTURE AND INDUSTRIAL FISHING

Original article

Alien species of fish in the Peter the Great Bay

Aleksandr A. Ivanov¹, Ivan I. Petrov²

¹ Far Eastern State Technical Fisheries University, Vladivostok, Russia

² Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Vladivostok, Russia

¹ ivanov.aa@dgtru.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

² petrovII@mail.ru ORCID: 0000-0000-000-000X

Abstract. The article presents data on the time of invasion of alien fish species into the Peter the Great Bay, their gender and age structure. It has been found out that all the alien fish species in Peter the Great Bay water area refer to short-cycle ones, their maximum age being no more than 5 years. The species that had invaded the water area earlier predominantly have a settled gender

and age structure with the domination of females or the equal correlation; and the species which invaded the water area later are marked by the domination of males.

Keywords: hydrobionts, alien fish species, Peter the Great Bay, population structure

ТЕКСТ СТАТЬИ

Список источников

1. Алеев Ф.Т., Семенов Д.Ю. Новые данные о нахождении рыб-вселенцев (Gobiidae, Pisces) в Ульяновском и Ундоровском плесах Куйбышевского водохранилища // Природа Симбирского Поволжья: сборник научных трудов. Ульяновск: Изд-во Средневолжского научного центра. 2003. Вып. 4. С. 96–99.

2. Понамарев, Н.М. Эпизоотологический мониторинг заболеваний рыб в озерах Алтайского края / Н.М. Понамарев, Н.В. Тихая // Вестник АГАУ. 2019. № 1(171). С. 132–135.

Сведения об авторах

А.А. Иванов – доктор биологических наук, профессор, профессор кафедры экологии Дальневосточного государственного технического рыбохозяйственного университета, SPIN-cod: 0000-0000;

И.И. Петров – кандидат экономических наук, заведующий лабораторией океанических рыб Тихоокеанского филиала Всероссийского научно-исследовательского института рыбного хозяйства и океанографии, AuthorID: 000000.

Information about authors

A.A. Ivanov Doctor of Biological Sciences, Professor of the Department of Ecology of the Far Eastern State Technical Fisheries University, SPIN-cod: 0000-0000;

I.I. Petrov PhD in Economics, Head of the Oceanic Fish Laboratory of the Pacific branch of the Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, AuthorID: 000000.

© Иванов А.А., Петров И.И., 2023

Научное электронное издание

НАУЧНЫЕ ТРУДЫ ДАЛЬРЫБВТУЗА

Научный журнал

№ 1 2023

Том 63

Учредитель и издатель: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный государственный технический рыбохозяйственный университет»

Адрес: Россия, 690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б; e-mail: nauch-tr@dgtru.ru

Главный редактор – Ю.С. Ключков, доктор технических наук

Свидетельство о регистрации СМИ (сетевое издание) Эл. № ФС77-81684
выдано Федеральной службой по надзору в сфере связи, информационных технологий
и массовых коммуникаций (Роскомнадзор) 6 августа 2021 г.

Сайт: <http://nauch-tr.dalrybvtuz.ru>

Издание не подлежит маркировке в соответствии с гл. 3, ст. 11, п. 4 ФЗ № 436-ФЗ
«О защите детей от информации, причиняющей вред их здоровью и развитию»

Редактор Т.В. Ломакина
Макет, обложка О.В. Нечипорук

Дата выхода в свет 31.03.2023.
Формат 60x84/8.

Оригинал-макет подготовлен
Центром публикационной деятельности
«Издательство Дальрыбвтуза»
690087, г. Владивосток, ул. Луговая, 52б