
Федеральное агентство по образованию

Научный журнал
УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ
ПЕТРОЗАВОДСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО
УНИВЕРСИТЕТА
(продолжение журнала 1947–1975 гг.)

№ 9 (103). Сентябрь, 2009

Серия: Естественные и технические науки

Главный редактор

А. В. Воронин, доктор технических наук, профессор

Зам. главного редактора

Н. В. Доршакова, доктор медицинских наук, профессор

Э. В. Ивантер, доктор биологических наук, профессор,
член-корреспондент РАН

Н. В. Ровенко, кандидат филологических наук,
ответственный секретарь журнала

Перепечатка материалов, опубликованных
в журнале, без разрешения редакции запрещена.
Статьи журнала рецензируются.

Адрес редакции журнала
185910, Республика Карелия,
г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33. Каб. 272.
Тел. (8142) 76-97-11
E-mail: uchzap@mail.ru

uchzap.petrso.ru

Редакционный совет

- | | |
|---|--|
| <p>В. Н. БОЛЬШАКОВ
доктор биологических наук,
профессор, академик РАН (Екатеринбург)</p> | <p>ПААВО ПЕЛКОНЕН
доктор технических наук,
профессор (г. Йюенсуу, Финляндия)</p> |
| <p>И. П. ДУДАНОВ
доктор медицинских наук, профессор,
член-корреспондент РАМН (Петрозаводск)</p> | <p>И. В. РОМАНОВСКИЙ
доктор физико-математических наук,
профессор (Санкт-Петербург)</p> |
| <p>В. Н. ЗАХАРОВ
доктор филологических наук,
профессор (Москва)</p> | <p>Е. С. СЕНЯВСКАЯ
доктор исторических наук, профессор (Москва)</p> |
| <p>А. С. ИСАЕВ
доктор биологических наук,
профессор, академик РАН (Москва)</p> | <p>СУЛКАЛА ВУОККО ХЕЛЕНА
доктор философии, профессор (г. Оулу, Финляндия)</p> |
| <p>Н. Н. МЕЛЬНИКОВ
доктор технических наук,
профессор, академик РАН (Апатиты)</p> | <p>Л. Н. ТИМОФЕЕВА
доктор политических наук, профессор (Москва)</p> |
| <p>И. И. МУЛЛОНЕН
доктор филологических наук,
профессор (Петрозаводск)</p> | <p>А. Ф. ТИТОВ
доктор биологических наук, профессор,
член-корреспондент РАН (Петрозаводск)</p> |
| <p>В. П. ОРФИНСКИЙ
доктор архитектуры, профессор,
действительный член Российской академии
архитектуры и строительных наук (Петрозаводск)</p> | <p>МИЛОСАВ Ж. ЧАРКИЧ
ведущий профессор Сербской
Академии наук и искусств (г. Белград, Сербия)</p> |
| | <p>Р. М. ЮСУПОВ
доктор технических наук, профессор,
член-корреспондент РАН (Санкт-Петербург)</p> |

Редакционная коллегия серии
«Естественные и технические науки»

- | | |
|--|---|
| <p>А. Е. БОЛГОВ
доктор сельскохозяйственных наук,
профессор (Петрозаводск)</p> | <p>В. И. СЫСУН
доктор физико-математических наук,
профессор (Петрозаводск)</p> |
| <p>Н. Н. НЕМОВА
доктор биологических наук,
профессор, член-корреспондент
РАН (Петрозаводск)</p> | <p>В. С. СЮНЁВ
доктор технических наук,
профессор (Петрозаводск)</p> |
| <p>В. И. ПАТЯКИН
доктор технических наук,
профессор (Санкт-Петербург)</p> | <p>Б. М. ШИРОКОВ
кандидат физико-математических наук,
доцент (Петрозаводск)</p> |
| <p>Е. И. РАТЬКОВА
ответственный секретарь серии (Петрозаводск)</p> | <p>В. В. ЩИПЦОВ
доктор геолого-минералогических наук,
профессор (Петрозаводск)</p> |

Federal Educational Agency

Scientific Journal
PROCEEDINGS
OF PETROZAVODSK
STATE UNIVERSITY
(following up 1947–1975)

№ 9 (103). September, 2009

Natural & Engineering Sciences

Chief Editor

Anatoly V. Voronin, Doctor of Technical Sciences, Professor

Chief Deputy Editor

Natalia V. Dorshakova, Doctor of Medical Sciences, Professor

Ernest V. Ivanter, Doctor of Biological Sciences, Professor,
The RAS Corresponding Member

Nadezhda V. Rovenko, Candidate of Philological Sciences,
Executive Secretary

All rights reserved. No part of this journal may be used
or reproduced in any manner whatsoever without written permission.
The articles are reviewed.

The Editor's Office Address

185910, Lenin Avenue, 33. Tel. +7 (8142) 769711

Petrozavodsk, Republic of Karelia

E-mail: uchzap@mail.ru

uchzap.petrSU.ru

Editorial Council

- | | |
|--|--|
| <p>V. BOLSHAKOV
Doctor of Biological Sciences,
Professor, the RAS Member (Ekaterinburg)</p> <p>I. DUDANOV
Doctor of Medical Sciences, Professor,
the RAMS Corresponding Member (Petrozavodsk)</p> <p>V. ZAKHAROV
Doctor of Philological Sciences,
Professor (Moscow)</p> <p>A. ISAYEV
Doctor of Biological Sciences,
Professor, the RAS Member (Moscow)</p> <p>N. MEL'NIKOV
Doctor of Technical Sciences,
Professor, the RAS Member (Apatiti)</p> <p>I. MULLONEN
Doctor of Philological Sciences,
Professor (Petrozavodsk)</p> <p>V. ORPHINSKY
Doctor of Architecture, Professor,
Full Member of Russian Academy
of Architectural Sciences (Petrozavodsk)</p> | <p>PAAVO PELKONEN
Doctor of Technical Sciences, Professor (Joensuu, Finland)</p> <p>I. ROMANOVSKY
Doctor of Physical-Mathematical Sciences,
Professor (St. Petersburg)</p> <p>E. SENYAVSKAYA
Doctor of Historical Sciences, Professor (Moscow)</p> <p>HELENA SULKALA
Doctor of Philosophy,
Professor (Oulu, Finland)</p> <p>L. TIMOFEEVA
Doctor of Political Sciences, Professor (Moscow)</p> <p>A. TITOV
Doctor of Biological Sciences, Professor,
the RAS Corresponding Member (Petrozavodsk)</p> <p>M. CHARKICH
the Leading Professor of Serbian Academy
of Sciences and Arts (Belgrade, Serbia)</p> <p>R. YUSUPOV
Doctor of Technical Sciences, Professor,
the RAS Corresponding Member (St. Petersburg)</p> |
|--|--|

Editorial Board of the Series «Natural & Engineering Sciences»

- | | |
|---|--|
| <p>A. BOLGOV
Doctor of Agricultural Sciences,
Professor (Petrozavodsk)</p> <p>N. NEMOVA
Doctor of Biological Sciences,
the RAS Corresponding Member,
Professor (Petrozavodsk)</p> <p>V. PATYAKIN
Doctor of Technical Sciences,
Professor (St. Petersburg)</p> <p>E. RATKOVA
Series Executive Secretary (Petrozavodsk)</p> | <p>V. SISUN
Doctor of Physical-Mathematical Sciences,
Professor (Petrozavodsk)</p> <p>V. SYUNEV
Doctor of Physical-Mathematical Sciences,
Professor (Petrozavodsk)</p> <p>B. SHIROKOV
Candidate of Physical-Mathematical Sciences,
Docent (Petrozavodsk)</p> <p>V. SCHIPTSOV
Doctor of Geological-Mineralogical Sciences,
Professor (Petrozavodsk)</p> |
|---|--|

СОДЕРЖАНИЕ

АРХИТЕКТУРА И СТРОИТЕЛЬСТВО

- Бодэ А. Б.*
Архитектурное решение Преображенской церкви в Кижях. Соединение региональных традиций 7
- Рочев А. А.*
Алгоритм расчета круговой составной упругопластической арки 13

БИОЛОГИЯ

- Немова Н. Н., Шкляревич Г. А.*
Экология водорослей-макрофитов карельской акватории Белого моря как объектов марикультуры 17
- Румянцев Е. А., Шалина С. А.*
Многолетние изменения паразитофауны сиговых рыб в озерах 28
- Заводовский П. Г.*
Ресурсное значение афиллофороидных базидиомицетов Водлозерского национального парка 34
- Курицын А. Е.*
Перспективные объекты садкового рыбоводства 38

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

- Марусенко И. М., Везикова Н. Н., Максимов М. В., Корякова Н. В.*
Возможности комплексной терапии ревматоидного артрита 41
- Белоусова Г. П., Пашикова И. Г., Колупаева Т. А., Кудряшова С. А.*
Влияние функциональной моторной асимметрии рук на распространенность алекситимического радикала в структуре личности у студентов в условиях Севера 48
- Романов Б. Е., Фомин А. А.*
Общественные организации как субъект медико-социальной работы 52

ПРИКЛАДНАЯ МАТЕМАТИКА И ИНФОРМАТИКА

- Воронова А. М., Воронов Р. В., Пискунов М. А.*
Задача размещения волоков и погрузочных пунктов на лесосеке и вопросы применения оптимальных схем на практике 58
- Забровский А. Л.*
Система интерактивного обучения в сети Интернет 63

СЕЛЬСКОЕ И ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

- Болгов А. Е.*
Айрширская порода крупного рогатого скота: успехи и новая стратегия разведения (по

- материалам 11-го Мирового айрширского конгресса) 66
- Бердников И. А.*
Содействие естественному возобновлению на осушенных болотах 70
- Пеккоев А. Н.*
Продуктивность и товарная структура культур сосны в зависимости от способов их выращивания 73

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

- Беляев С. В., Давыдов Г. А.*
Прогресс и перспективы применения топливного этанола на транспорте 76
- Койбин А. В.*
Вибрации в упругом стержне при случайном воздействии и внешнем трении 81
- Питухин А. В., Скобцов И. Г., Хвоин Д. А.*
Оценка вероятности безотказной работы элементов конструкций с трещиноподобными дефектами 85
- Шиловский В. Н., Гольштейн Г. Ю.*
Обоснование параметрического отказа лесозаготовительной машины 88

ЭНЕРГЕТИКА

- Борисов Г. А., Тихомирова Т. П.*
Структурный анализ потерь энергии в электроэнергетическом хозяйстве Карелии 93

РЕЦЕНЗИИ

- Патякин В. И.*
Рец. на кн.: Шегельман И. Р. Лесные трансформации (XV–XXI вв.) 98
- Тарланов З. К.*
Рец. на кн.: Ивантер Э. В. Млекопитающие Карелии; Шегельман И. Р. Лесная промышленность и лесное хозяйство: Словарь. 100

Научная информация 104

Юбилей

- К 50-летию А. В. Воронина 107
- К 70-летию М. М. Буркина 108
- К 60-летию М. Н. Рудакова 109
- К 70-летию В. И. Сысуна 110

Информация для авторов 111

Contents..... 112

Учредитель: ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет»

Редактор Г. А. Мехралиева. Корректор С. Л. Смирнова. Переводчик Е. И. Соколова. Дизайн, верстка И. Г. Лежнев.

Подписано в печать 24.09.2009. Формат 60х90 1/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
10 уч.-изд. л. Тираж 500 экз. Изд. № 215.

Индекс 66093. Цена свободная.

Свидетельство о регистрации СМИ ПИ № ТУ 10 – 00059
от 25 мая 2009 г. выд. Управлением Россвязькомнадзора по Республике Карелия.

Отпечатано в типографии Издательства
Петрозаводского государственного университета
185910, Республика Карелия,
г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

УДК 72(091)

АНДРЕЙ БОРИСОВИЧ БОДЭ

кандидат архитектуры, ведущий научный сотрудник, заведующий сектором «Деревянное зодчество» НИИ теории архитектуры и градостроительства Российской академии архитектуры и строительных наук, г. Москва
bode-niitag@yandex.ru

АРХИТЕКТУРНОЕ РЕШЕНИЕ ПРЕОБРАЖЕНСКОЙ ЦЕРКВИ В КИЖАХ. СОЕДИНЕНИЕ РЕГИОНАЛЬНЫХ ТРАДИЦИЙ

В статье архитектура Преображенской церкви Кижского погоста представляется как соединение местных традиций, существовавших на различных территориях Русского Севера. Прослеживается развитие составляющих объемно-пространственной композиции рассматриваемого памятника, отмечаются аналогии с каменным зодчеством. Анализируются трансформации традиционных для деревянного зодчества решений, нашедшие воплощение в архитектуре Преображенской церкви и определившие ее яркое своеобразие.

Ключевые слова: деревянное зодчество, Преображенская церковь Кижского погоста, архитектурные формы, местные традиции

Деревянные храмы Русского Севера XVII–XVIII веков отличаются особым богатством и разнообразием архитектурных решений. Многообразие традиций в деревянном зодчестве Русского Севера объясняется и самой географией региона, и этнической неоднородностью населения, и особенностями исторического развития. Территории, на которых развивались наиболее значительные архитектурные традиции, обычно ограничиваются едиными водными системами. К ним относятся Обонежье, Поонежье, Северодвинское поречье. В процессах взаимовлияния местных архитектурных традиций на границах ареалов имели место разного рода трансформации, обострение типологических характеристик, своеобразные сочетания различных приемов и форм.

Богатую пищу для размышлений о взаимодействии различных региональных традиций представляет архитектурное решение Преображенской церкви в Кижях – одного из самых выдающихся произведений русского деревянного зодчества (рис. 1). Эта мысль не нова: в разное время П. Н. Макси-

мов и В. П. Орфинский отмечали, что Преображенская церковь синтезировала в своей архитектуре многочисленные традиционные для деревянного зодчества приемы и формы [3; 45], [14; 398].



Рис. 1. Архитектурный ансамбль Кижского погоста.

Рис. автора

Работ, посвященных Преображенской церкви и ансамблю Кижского погоста, много. Ввиду широкой известности объекта и его уникальности внимание привлекают главным образом его архитектурно-художественные достоинства, проблемы его сохранения и реставрации. Вместе с тем подробно рассматривались пространственная организация кижских памятников, архитектурные решения каждого из них, закономерности композиционного построения, строительная история. Обстоятельно исследованы особенности развития деревянного зодчества Обонежья, влиявшие на него межэтнические взаимодействия – то есть условия, в которых создавался рассматриваемый памятник. Однако при достаточно отчетливом понимании места Преображенской церкви в истории русского деревянного зодчества недостаточно изучены конкретные связи ее архитектурного решения с различными региональными традициями. В настоящей статье мы заострим внимание на вопросах формообразования и попытаемся сопоставить архитектурные приемы и формы Преображенской церкви с решениями, развивавшимися в деревянном культовом зодчестве Посвирья, Обонежья, Поонежья и других территорий Русского Севера.

Вместе с Преображенской церковью в Кижях, которая была построена в 1714 году, мы рассматриваем и ее непосредственную предшественницу – Покровскую церковь Вытегорского погоста 1708 года. Учитывая принципиально единое архитектурное решение обеих церквей и, по всей видимости, принадлежность одним мастерам [11; 96–99], [13; 78–79], частные различия в данном рассмотрении для нас несущественны.

В плане Преображенская церковь представляет собой восьмимерик с четырьмя прирубами. Восьмигранные так называемые круглые храмы относятся к одному из древнейших известных типов церквей. Наиболее широко они были распространены на северо-востоке – в бассейне Двины. На Онеге и в Обонежье число подобных построек ограничено и находятся они преимущественно в южных районах, тяготеющих к центральной России. Объемные решения большинства известных восьмигранных церквей в Подвинье и Поонежье близки, различаясь между собой пропорциями, количеством прирубов. Большинство из них имели шатровое покрытие восьмирика. Некоторые постройки отличались ярусным завершением основного сруба.

Заметной отличительной чертой восьмириковых церквей Посвирья является их ярусное решение, сочетающееся с покрытием ярусов так называемыми фронтонными поясами. Подобное решение имеют церкви конца XVII века: Никольская в Согинцах (рис. 2), Преображенская в Пидьме [6; 144–145], а также храмы несколько более раннего времени, изображенные на старинных планах Олонца и Тихвинского посада, имевшие, судя по изображению, по два фронтонных пояса (рис. 3) [10; 121]. Все эти постройки предшествовали вытегорской и кижской церквям.



Рис. 2. Фронтонный пояс на основном восьмигранном срубе. Никольская церковь в Согинцах. Фото П. Степанова



Рис. 3. Церкви Знамения и Флора и Лавра. Фрагмент плана Тихвинского посада 1678 года

Отметим, что восьмириковые храмы Посвирья и Обонежья, находясь на периферии ареала распространения восьмириковых церквей, отличаются наибольшим разнообразием архитектурных решений. Подобное явление мы наблюдаем на примере церквей с кубоватыми покрытиями, распространенных в Поонежье. Все наиболее удаленные от Онеги постройки так или иначе

отличаются от типичных для поонежских кубоватых церквей завершений.

Особенности посвирских восьмериковых церквей представляются не случайными трансформациями, а результатом закономерного влияния местных архитектурных традиций. Аналогичные фронтонные пояса, но декоративные, составляют характерную особенность другого типа шатрового храма с основанием в виде восьмерика на четверике в южном и западном Прионежье. Некий переходный вариант от конструктивных фронтонных поясов к декоративным представляют церкви Богородицкая в Гимреке и Варлаамовская в Рыбреке конца XVII века [9]. Как мы видим, всем высотным церквям Посвирия, южного и западного Прионежья свойственно членение основного храмового столпа на ярусы в сочетании с фронтонными поясами. При этом диапазон размерных соотношений ярусов очень широк: от сужающихся до расширяющихся кверху, поэтому и фронтонные пояса достаточно свободно видоизменяются. Этот же принцип использован и в архитектурном решении кижской Преображенской церкви, только прямоскатные покрытия здесь заменены бочками (рис. 4).



Рис. 4. Структура завершения Преображенской церкви.
Фото автора

Что касается форм покрытий деревянных церквей, то в целом на Северо-Западе заметно

преобладание прямых скатов. Это прослеживается на примерах как коньковых, так и сомкнутых покрытий, особенно наиболее ранних. Здесь не известно ни клетских храмов, завершенных бочками, ни покрытий кубом или восьмигранной пучиной (баней). На многих церквях Посвирия и западного Прионежья XVII века даже алтарные прирубы покрыты не бочками, столь широко распространенными на Севере, а простыми двухскатными покрытиями (Флора и Лавра в Мегреге, Петропавловская на Лычном острове, Никольская в Деревянском, Никольская в Согинцах). На этом фоне покрытия вытегорской и кижской церквей, состоящие из многочисленных бочек, представляются достаточно необычными.

Тенденция к декоративному и пластическому усложнению завершений, свойственная северо-восточным территориям, отмечается В. П. Орфинским. Об этом свидетельствует и характер кровли, например, на шатрах. Покрытие лемехом или гонтом, которое более логично для криволинейных форм, преобладает на северо-востоке, покрытие тесом, напротив, – на северо-западе [15; 56–57]. Распространение прямоскатных (в том числе каскадных и восьмискатных) и пластических покрытий (бочек и образованных на их основе) нами связывается с отголосками соответственно древних новгородских и московских традиций [1; 113–124].

В архитектуре завершения Преображенской церкви, несомненно, прослеживаются северо-восточные влияния, но по сравнению с другими постройками здесь декоративная и пластическая насыщенность верха необычайно велика. Предполагается возможность связи этих особенностей вытегорской и кижской церквей с этническим самовыражением русских в зонах контактов с соседствующими народами [12; 46–47].

При определенной новизне архитектурного решения верха рассматриваемым церквям предшествовал ряд построек, сходных с ними по структуре завершения и формам покрытий. Впервые, это церкви, изображенные на упоминавшемся выше плане Тихвинского посада 1678 года. Одна из них – церковь Флора и Лавра, в основании имеющая четверик, завершенный крещатой бочкой и одной главой. Начало формирования пирамидального силуэта задают два симметричных завершенных главами боковых придела. Вторая аналогичная постройка, изображенная справа от Спасо-Преображенской церкви, также четвериковая, покрытая крещатой бочкой, но завершенная уже пятью главами. И, наконец, наибольшее развитие центричности композиции мы видим в структуре тихвинской Преображенской церкви. Ярусное построение основного храмового объема образуют симметричные прирубы, четверик, покрытый крещатой бочкой с четырьмя главами на коньках, и над ними – восьмерик, завершенный шатром [8; 211, рис. 260–261]. Следующая постройка с еще более отчетливо выраженной ярусной пирамидальной структурой – Егорьевская церковь Минецкого погоста, графич-



Рис. 5. Егорьевская церковь Минецкого погоста. Реконструкция М. И. Мильчика и Ю. С. Ушакова [10; 61]



Рис. 6. Успенская церковь в Нелазском. Фото П. Степанова

чески реконструированная М. И. Мильчиком и Ю. С. Ушаковым по порядной 1700 года [10; 58–62]. По архитектуре она близка к тихвинской Преображенской церкви, только восьмерик завершается не шатром, а крещатой бочкой с пятью главами, центральная из которых приподнята на постамент (рис. 5). В завершении этой церкви присутствует прием постановки одной бочки над другой, но еще ярче он выражен в архитектурном решении церковью Никольской 1674 года в Дмитриево [16; рис. 7.2] и Успенской 1694 года в Нелазском (рис. 6), которые расположены в западной части Вологодской области. Бочки, заметим, выстраиваются в определенную структуру: одна над другой, сверху меньшая по величине и так по всем четырем сторонам.

В архитектуре этих немногочисленных примеров можно увидеть основные композиционные приемы, блестяще развитые в решении вытегорской и кижской церквей. Первый прием – это ориентация одинаковыми бочками на все четыре стороны, предопределяющий центрическую уравновешенную структуру. Второй прием – ярусное построение основного объема. Устройство покрытия восьмью перекрещивающимися бочками восьмигранного основания, несомненно, несет влияние фронтовых поясов повирских восьмериковых храмов. Не исключено, что такое решение применительно к деревянным сооружениям здесь было использовано впервые.

Аналогичные пояса, состоящие из кокошников, широко известны в каменном шатровом зодчестве XVI – первой половины XVII века, где они всегда фиксировали переход от одной формы к другой: от нижнего четверика к восьмерику, от восьмерика к шатру. Этот прием, очевидно, восходит к решению канонического каменного

храма, где основной, близкий к кубическому, объем завершается рядом закомар. В архитектуре высотных шатровых церквей ряд закомар преобразовался в декоративный элемент, в некоторых случаях измельчился, умножился, формы приобрели иные очертания.

В архитектурном решении вытегорской и кижской церквей под основным рядом бочек, венчающим восьмерик, намечается еще один, расположенный на уровне верхних бочек прируб. По диагоналям восьмерика размещены декоративные накладные элементы, повторяющие очертания бочек. Композиционно они неравноценны остальным бочкам и играют соподчиненную роль. Отдельные диагонально ориентированные кокошники в деревянном зодчестве известны практически по всему Северу, но наибольшее распространение они имели на Онеге. Кокошники использовались в структуре, состоящей из восьмерика на четверике, над углами последнего, как на церквях, так и на колокольнях (рис. 7). Кокошники предполагают устройство прямых полиц и не сочетаются с фронтовыми поясами, которые образуют над углами четверика вогнутые с ендовой по середине покрытия. Соответственно, если фронтовые пояса, как мы уже отмечали, встречаются только в северо-западных районах, то кокошники относятся к традициям, получившим распространение главным образом на северо-востоке.

Довольно необычны ступенчатые покрытия прирубов вытегорской и кижской церквей. Самый ранний известный в деревянном зодчестве пример ступенчатого построения объема можно увидеть в архитектуре церкви Ризоположения 1485 года из села Бородава (рис. 8), где алтарь, будучи расположенным в едином срубе с молит-



Рис. 7. Кокошники на колокольне в Турчасово.
Фото А. Афанасьева



Рис. 8. Церковь Ризоположения из села Бородава.
Фото А. Пономарева

венным помещением, внешне выделен пониженным покрытием. Аналогичную структуру, но уже с покрытием бочками, имела церковь Спасозерской пустыни XVIII века [5; 166]. Таково же покрытие прирубов Климентовской церкви в селе Уна, датируемой 1501 годом или XVII веком [4; 125–129], [8; 250–251]. Ступенчато-понижающиеся бочки деревянных церквей напоминают ступенчатые системы закомар каменных храмов. В каменном зодчестве этот прием восходит к концу XII – началу XIII века (Пятницкая церковь в Чернигове). Пример, наиболее приближенный по местоположению и времени к рассматриваемым деревянным постройкам, – Рождественский собор Ферапонтова монастыря 1495 года. Судя по графической реконструкции, ступенчатая система закомар, переходящая в декоративные кокошники, здесь отличается особой стройностью и упорядоченностью [7; 106]. По-видимому, прообразами деревянных покрытий, состоявших из ступенчато-понижающихся бочек, были решения, развивавшиеся в каменном раннемосковском зодчестве.

Одну из интерпретаций в дереве системы ступенчатых закомар представляют покрытия оснований церквей Вознесенской 1654 года в Пияле (рис. 9) и Успенской 1674 года в Варзуге. Здесь покрытия состоят из трех поставленных одна на другую и убывающих по высоте бочек. Средняя и верхняя бочки лишены срубных оснований и производят впечатление декоративных. В соответствии с известным в различных архитектурных направлениях преобразованием



Рис. 9. Покрытие системой бочек. Вознесенская церковь в Пияле. Фото А. Афанасьева

конструктивных элементов в декоративные, ступенчатые покрытия прирубов вытегорской и кижской церквей стадияльно более ранние, чем покрытия церквей в Пияле и Варзуге.

Ступенчатые, состоящие из закомар (бочек) структуры покрытий, составляют одну из осо-

бенностей архитектуры сложившегося централизованного государства. В архитектурном решении рассматриваемых деревянных церквей Вытегорского и Кижского погостов господствует тема ступенчатого пирамидального построения основного объема. Ступенчатые покрытия прирубов здесь использованы как нельзя более органично.

В архитектурном решении Преображенской церкви мы рассмотрели приемы, относящиеся главным образом к ярусному построению основного сруба и формам покрытий. Характер покрытий составляет одно из основных отличий между западными и восточными традициями в деревянном зодчестве Севера. Таково же основное отличие в каменном зодчестве древних Новгорода и Москвы. Как отмечалось, архитектура Преображенской церкви является последним всплеском взаимодействия западных и восточных (новгородских и московских) традиций [14; 398]. Действительно, рубеж, когда отголоски древних новгородских традиций исчезают практически полностью, приходится на начало XVIII века [2; 68–89]. К этому времени в деревянном зодчестве Севера укореняются приемы и формы, составляющие общерусские традиции. Аналогичное явление примерно столетием раньше наблюдается и в каменном зодчестве. В северо-западных землях в течение XVI века еще сохра-

нялись архитектурные решения, восходящие к периоду самостоятельности Новгородской земли. В XVII веке эти различия стираются, и архитектура здесь приобретает общерусский характер.

В архитектуре Преображенской церкви из рассмотренных нами решений к северо-западным традициям относится только принцип построения покрытия из восьми бочек наподобие фронтовых поясов. Сами формы покрытий и их ступенчатая структура относятся к распространившимся на Севере влияниям зодчества Московской Руси. В соответствии с временем создания Преображенской церкви в ее архитектуре последние влияния преобладают.

Архитектурное решение Покровской церкви Вытегорского погоста и Преображенской церкви в Кижях, имея в своих истоках глубоко традиционные для деревянного зодчества Севера композиционные приемы, вместе с тем было новым явлением для своего времени. Оригинальность и выдающиеся достоинства их архитектуры повлияли на создание ряда храмов, по-разному интерпретирующих структуру пирамидального ярусного завершения в сочетании с многоглавием. Это церкви в Климецком монастыре, Палтоге, Шуе, Деветинах, Оште.

Исследование проводится при финансовой поддержке РГНФ. Проект № 08-04-00101а.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бодэ А. Б. Деревянное зодчество Русского Севера. Архитектурная сокровищница Поонежья. М.: КомКнига, 2005. 208 с.
2. Бодэ А. Б. Древние новгородские традиции в деревянном культовом зодчестве северо-западных областей России XVI–XVIII вв. // Архитектура в истории русской культуры. Вып. 6. «Переломы эпох». М.: КомКнига, 2005. С. 68–89.
3. Забелло С., Иванов В., Максимов П. Русское деревянное зодчество. М.: Изд-во Академии архитектуры СССР, 1942. 74 с.
4. Известия Императорской археологической комиссии. Вып. 32–36. СПб., 1910.
5. Известия Императорской археологической комиссии. Вып. 52. СПб., 1914.
6. Известия Императорской археологической комиссии. Вып. 57. Пг., 1915.
7. История русской архитектуры. М.: Госстройиздат, 1956. 614 с.
8. Красовский М. В. Энциклопедия русской архитектуры. Деревянное зодчество. СПб.: Сатисъ, 2005. 383 с.
9. Макарова Т. Л. Графическая реконструкция Варлаамовской церкви в вепском селе Рыбрека // Народное зодчество: Межвуз. сб. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. С. 213–223.
10. Мильчик М. И., Ушаков Ю. С. Деревянная архитектура Русского Севера. Страницы истории. Л.: Стройиздат, 1981. 128 с.
11. Орфинский В. П. Деревянное зодчество Карелии. Л.: Стройиздат, 1972. 119 с.
12. Орфинский В. П. Народное деревянное зодчество в зонах этнических контактов на Севере России // Архитектура мира: Материалы конф. «Запад – восток: взаимодействие традиций в архитектуре». М.: Архитектура, 1993. С. 46–47.
13. Орфинский В. П. Преображенская церковь в Кижях и ее место в истории русской архитектуры // Актуальные проблемы исследования и спасения уникальных памятников деревянного зодчества в России. Ненокса – Петрозаводск – Кижь. СПб., 1999. С. 78–79.
14. Орфинский В. П. Храмостроительные школы в народном деревянном зодчестве Русского Севера // Локальные традиции в народной культуре русского Севера: Материалы IV междунар. науч. конф. «Рябининские чтения-2003». Петрозаводск, 2003. 436 с.
15. Орфинский В. П., Гришина И. Е. Типология деревянного культового зодчества Русского Севера. Петрозаводск, 2004. 280 с.
16. Шургин И. Н. Исчезающее наследие. М.: Совпадение, 2006. 200 с.

АНАТОЛИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ РОЧЕВ

кандидат технических наук, доцент кафедры архитектуры,
строительных конструкций и геотехники строительного
факультета ПетрГУ
metalll@bk.ru

АЛГОРИТМ РАСЧЕТА КРУГОВОЙ СОСТАВНОЙ УПРУГОПЛАСТИЧЕСКОЙ АРКИ

В работе предложен алгоритм расчета круговой составной подъемистой арки, позволяющий выполнить деформационный расчет и проверить устойчивость арочной конструкции при работе ее материала за пределом упругости. Применяется эквивалентный модуль деформаций, полученный автором статьи ранее. Этот модуль деформаций учитывает влияние деформаций сдвига и развитие в сечении пластических деформаций. Алгоритм расчета учитывает нелинейные геометрические и физические эффекты, возникающие в арке при работе под нагрузкой.

Ключевые слова: подъемистая составная арка, эквивалентный модуль деформаций, деформационный расчет, функционал потери устойчивости

В работе исследуется напряженно-деформированное состояние круговой составной двухшарнирной упругопластической подъемистой (или непологой) арки. Арка имеет переменное сечение по длине. Пояса арки соединены между собой структурными связями. Для материала арки устанавливается произвольная зависимость между деформациями и напряжением. Учет влияния деформаций сдвига осуществляется способом, предложенным Ф. Энгессером и С. П. Тимошенко [6]. Не учитывается влияние касательных напряжений на развитие пластических деформаций. Геометрическая неизменяемость поперечного сечения составной арки обеспечивается постановкой поперечных диафрагм жесткости.

Исследование базируется на использовании дифференциального уравнения упругого изгиба круговой подъемистой арки постоянного сечения по длине, полученного в [2]. В этом уравнении учтено влияние осевых деформаций,

а арка считается бесконечно жесткой на сдвиг

$$v_{\theta}^{\vee} + (v^2 + 1)v_{\theta}''' + v^2 v_{\theta}' - R(\xi - \eta) = 0, \quad (1)$$

где $\xi = qR^3/(EJ_x)$, $v^2 = 1 + \eta$, $\eta = -N_c R^2/(EJ_x)$.

В (1) приняты следующие обозначения: v_{θ} – перемещение центра тяжести поперечного сечения арки в касательном направлении; θ – угловая координата; q – нормальное давление произвольной интенсивности; $R = \text{const}$ – радиус кривизны оси недеформированной арки; EJ_x – изгибная жесткость арки; N_c – продольная сила в точке перегиба оси арки.

Для решения уравнения (1) используется метод конечных разностей и шаговое нагружение конструкции [1]. Ось арки делится на n равных частей с образованием между полярными радиусами смежных сечений угла φ . Для j -й узловой точки на оси арки уравнение (1) на k -м шаге нагружения примет вид уравнения в конечных разностях

$$\Delta^5 v_{0,j}^{(k)} / \varphi^5 + [(v_j^{(k)})^2 + 1] \Delta^3 v_{0,j}^{(k)} / \varphi^3 + (v_j^{(k)})^2 \Delta v_{0,j}^{(k)} / \varphi - R(\xi_j^{(k)} - \eta_j^{(k)}) = 0, \quad (2)$$

где $\xi_j^{(k)} = q_j^{(k)} R^3 / (E_{\text{equ},j}^{(k)} J_{xj})$, $(v_j^{(k)})^2 = 1 + \eta_j^{(k)}$,

$$\eta_j^{(k)} = -N_c^{(k)} R^2 / (E_{\text{equ},j}^{(k)} J_{xj}),$$

здесь $\Delta v_{0,j}^{(k)}$, $\Delta^3 v_{0,j}^{(k)}$ и $\Delta^5 v_{0,j}^{(k)}$ – конечные разности соответственно первого, третьего и пятого порядков на k -м шаге нагружения; $q_j^{(k)}$ – равномерно распределенная нагрузка на j -м участке арки во время k -го шага нагружения; $E_{\text{equ},j}^{(k)}$ – эквивалентный модуль деформаций для j -го поперечного сечения арки, учитывающий влияние сдвиговых деформаций и развитие пластических деформаций, равный для k -го шага нагружения.

$$E_{\text{equ},j}^{(k)} = M_{xj}^{(k-1)} h_j / [(\Delta \varepsilon_j^{(k-1)} - \gamma_{y1j}^{(k-1)} h_j Q'_{yj}^{(k-1)}) J_{xj}]. \quad (3)$$

Формула (3) была получена и опубликована нами ранее [4]. В ней: $M_{xj}^{(k-1)}$ – изгибающий момент в j -м сечении арки, возникающий при $(k-1)$ -м шаге нагружения; $\Delta \varepsilon_j^{(k-1)} = \varepsilon_{1j}^{(k-1)} - \varepsilon_{2j}^{(k-1)}$ – разность краевых линейных относительных деформаций в j -м сечении арки при $(k-1)$ -м шаге нагружения; h_j – высота j -го поперечного сечения арки; $\gamma_{y1j}^{(k-1)}$ – угол сдвига соединительной решетки составной арки от единичной поперечной силы для j -го участка арки при $(k-1)$ -м шаге нагружения; $Q'_{yj}^{(k-1)}$ – значение первой производной от поперечной силы, действующей в j -м сечении арки при $(k-1)$ -м шаге нагружения.

При известной функциональной зависимости между напряжениями и деформациями $\sigma = f(\varepsilon)$ для материала поясов арки краевые линейные относительные деформации в j -м сечении элемента при $(k-1)$ -м нагружении являются функциями усилий:

$$\varepsilon_{1j}^{(k-1)} = \varepsilon_{1j}^{(k-1)}(M_{xj}^{\text{ins}(k-1)}, P_j^{\text{ins}(k-1)}), \quad (4)$$

$$\varepsilon_{2j}^{(k-1)} = \varepsilon_{2j}^{(k-1)}(M_{xj}^{\text{ins}(k-1)}, P_j^{\text{ins}(k-1)}), \quad (5)$$

где $M_{xj}^{\text{ins}(k-1)}$ – главный момент эпюры нормальных напряжений относительно центра тяжести j -го поперечного сечения, возникающий при $(k-1)$ -м нагружении арки; $P_j^{\text{ins}(k-1)}$ – главный вектор эпюры нормальных напряжений в этом сечении при $(k-1)$ -м нагружении арки.

Краевые деформации $\varepsilon_{1j}^{(k-1)}$ и $\varepsilon_{2j}^{(k-1)}$ определяются из решения системы уравнений равновесия:

$$\begin{aligned} M_{xj}^{\text{ins}(k-1)}(\varepsilon_{1j}^{(k-1)}, \varepsilon_{2j}^{(k-1)}) &= M_{xj}^{(k-1)}, \\ P_j^{\text{ins}(k-1)}(\varepsilon_{1j}^{(k-1)}, \varepsilon_{2j}^{(k-1)}) &= N_j^{(k-1)}, \end{aligned} \quad (6)$$

где $N_j^{(k-1)}$ – продольная сила, действующая в j -м поперечном сечении арки и возникающая при $(k-1)$ -м нагружении.

Усилия в j -м сечении арки, имеющей u поясов, определяются по формулам

$$\begin{aligned} M_{xj}^{\text{ins}(k-1)} &= \sum_{i=1}^u (M_{xji}^{\text{ins}(k-1)} + P_{ji}^{\text{ins}(k-1)} h_{ij}), \\ P_j^{\text{ins}(k-1)} &= \sum_{i=1}^u P_{ji}^{\text{ins}(k-1)}, \end{aligned} \quad (7)$$

где $M_{xji}^{\text{ins}(k-1)}$ и $P_{ji}^{\text{ins}(k-1)}$ – соответственно главный момент и главный вектор эпюры нормальных напряжений, действующих в j -м сечении i -й ветви составной арки при $(k-1)$ -м нагружении; h_{ij} – расстояние между центрами тяжести i -й ветви и центром тяжести j -го поперечного сечения арки в целом.

Усилия, действующие в i -й ветви арки, находятся из выражений

$$\begin{aligned} M_{xji}^{\text{ins}(k-1)} &= \sum_{k_1=1}^m D_{jik_1}^{(k-1)} \sigma_{jik_1}^{(k-1)}, \\ P_{ji}^{\text{ins}(k-1)} &= \sum_{k_1=1}^m C_{jik_1}^{(k-1)} \sigma_{jik_1}^{(k-1)}, \end{aligned} \quad (8)$$

где $\sigma_{jik_1}^{(k-1)}$ – нормальное напряжение в k_1 -м волокне i -й ветви, определяемое по известной диаграмме «напряжения – относительные деформации» в зависимости от величины линейной относительной деформации k_1 -го волокна i -й ветви $\varepsilon_{jik_1}^{(k-1)}$, которая определяется по формуле

$$\varepsilon_{jik_1}^{(k-1)} = a_{jik_1} \varepsilon_{1j}^{(k-1)} + b_{jik_1} \varepsilon_{2j}^{(k-1)}, \quad (9)$$

здесь a_{jik_1} и b_{jik_1} – коэффициенты линейной интерполяции при разбиении ветви по высоте на m равных частей; $D_{jik_1}^{(k-1)}$ и $C_{jik_1}^{(k-1)}$ – коэффициенты кусочно-линейной интерполяции эпюры нормальных напряжений в i -й ветви.

При известных величинах $M_{xj}^{(k-1)}$ и $P_j^{(k-1)}$ с помощью формул (7)–(9) в j -м поперечном сечении находятся по (6) относительные деформации $\varepsilon_{1j}^{(k-1)}$ и $\varepsilon_{2j}^{(k-1)}$ и далее по (3) определяется величина $E_{\text{equ},j}^{(k)}$.

Ниже представлены выражения для определения $M_{xj}^{\text{ins}(k)}$ и $P_j^{\text{ins}(k)}$ для арки из материала, имеющего билинейную диаграмму «напряжения – относительные деформации» с коэффициентом линейного упрочнения, равным

$$\psi = E_1 / E, \quad (10)$$

где E – модуль упругости Юнга; E_1 – модуль деформаций материала арки в пластической области.

Для арки из указанного материала, имеющей одинаковые пояса швеллерообразного попереч-

ного сечения, при развитии пластических деформаций по высоте сжатого пояса усилия в j -м сечении арки будут равны

$$P_j^{ins} = E\Delta\varepsilon_j\{h_{ch,j}t_{wj}(4\Delta e_{pj} - 2h_j + 2\Delta e_j + t_{wj}) + 2t_{fj}[2(b_{fj} - t_{wj})(2\Delta e_{pj} - h_j + 2t_{wj}) + (\Delta e_j - t_{wj})(4b_{fj} - 3t_{wj} - \Delta e_j)] + \psi[h_{ch,j}t_{wj}(2\Delta e_j - t_{wj}) + 2t_{fj}(\Delta e_j - t_{wj})^2]\}/2h_j, \quad (11)$$

$$M_{xj}^{ins} = E\Delta\varepsilon_j\{h_{ch,j}t_{wj}[6(h_j - t_{wj})(h_j - \Delta e_j) - t_{wj}(3h_j - 4t_{wj})] + 2t_{fj}[8(b_{fj} - t_{wj})^3 + 6(b_{fj} - t_{wj})(h_j - 2t_{wj})(h_j - 2t_{wj} - 2t_{fj}) - (\Delta e_j - t_{wj})^2(3h_j - 4t_{wj} - 2\Delta e_j)] + \psi\{h_{ch,j}t_{wj}[6h\Delta e_j - t_{wj}(3h_j - 4t_{wj} + 6\Delta e_j)] + 2t_{fj}(\Delta e_j - t_{wj})^2(3h_j - 4t_{wj} - 2\Delta e_j)\}\}/12h_j, \quad (12)$$

где $h_{ch,j}$, b_{fj} , t_{wj} и t_{fj} – соответственно высота поперечного сечения, ширина полки, толщина стенки и толщина полки швеллерообразного пояса j -го поперечного сечения арки;

$$\Delta e_j = (\varepsilon_{ij} - \varepsilon_p)h / \Delta\varepsilon_j, \quad \Delta e_{pj} = \varepsilon_p h / \Delta\varepsilon_j, \quad (13)$$

здесь ε_p – линейная относительная деформация, соответствующая нормальному напряжению, равному пределу текучести.

В (2) выражения для определения центральных конечных разностей имеют вид [3]

$$\begin{aligned} \Delta v_{\theta,j}^{(k)} &= (v_{\theta,j+1}^{(k)} - v_{\theta,j-1}^{(k)})/2, \\ \Delta^2 v_{\theta,j}^{(k)} &= v_{\theta,j+1}^{(k)} - 2v_{\theta,j}^{(k)} + v_{\theta,j-1}^{(k)}, \\ \Delta^3 v_{\theta,j}^{(k)} &= (v_{\theta,j+2}^{(k)} - 2v_{\theta,j+1}^{(k)} + 2v_{\theta,j-1}^{(k)} - v_{\theta,j-2}^{(k)})/2, \quad (14) \\ \Delta^5 v_{\theta,j}^{(k)} &= (v_{\theta,j+3}^{(k)} - 4v_{\theta,j+2}^{(k)} + 5v_{\theta,j+1}^{(k)} - 5v_{\theta,j-1}^{(k)} + 4v_{\theta,j-2}^{(k)} - v_{\theta,j-3}^{(k)})/2. \end{aligned}$$

Условия, учитывающие опирание арки, строятся с использованием функции радиальных перемещений $w_{\theta,j}^{(k)}$, которая связана с касательными перемещениями зависимостью

$$w_{\theta,j}^{(k)} = v_{\theta,j}^{(k)} + r^2[\zeta_{\theta,j}^{(k)} - (v_{\theta,j}^{(k)} + v_{\theta,j}^{(k)})/R]/R. \quad (15)$$

Для узлов опирания с номерами $j=0$ и $j=n$ имеем

$$w_{\theta,0}^{(k)} = 0, \quad \Delta^2 w_{\theta,0}^{(k)} = 0, \quad w_{\theta,n}^{(k)} = 0, \quad \Delta^2 w_{\theta,n}^{(k)} = 0. \quad (16)$$

Выражения для определения $\Delta^2 w_{\theta,0}^{(k)}$ и $\Delta^2 w_{\theta,n}^{(k)}$ получаются аналогично выражениям (14), но при этом для опоры с $j=0$ используются правые конечные разности, а для опоры с $j=n$ – левые.

Решение системы разностных уравнений (2) позволит далее определить усилия и углы поворота $\beta_{\theta,j}^{(k)}$ j -го сечения арки по формулам

$$M_{xj}^{(k)} = -E_{\text{equ},j}^{(k)} J_{xj} (\Delta^3 v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi^3 + \Delta v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi) / R^2, \quad (17)$$

$$Q_{yj}^{(k)} = -E_{\text{equ},j}^{(k)} J_{xj} (\Delta^4 v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi^4 + \Delta^2 v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi^2 / R^3), \quad (18)$$

$$N_j^{(k)} = N_c^{(k)} - E_{\text{equ},j}^{(k)} J_{xj} (\Delta^3 v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi^3 + \Delta v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi) / R^3, \quad (19)$$

$$\beta_{\theta,j}^{(k)} = (\Delta^2 v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi^2 + v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi) / R. \quad (20)$$

Связь между перемещениями узлов арки и крайними относительными линейными деформациями в j -м сечении арки выражается формулой

$$(\Delta^3 v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi^3 + \Delta v_{\theta,j}^{(k)} / \varphi) / R^2 = -\Delta\varepsilon_j^{(k)} / h_j. \quad (21)$$

Зная (17) и (18), можно определить горизонтальную и вертикальную опорные реакции в узловой точке с номером $j=0$ по формулам

$$H_0^{(k)} = N_0^{(k)} \cos(\alpha_0^{(k)} - \beta_{\theta,0}^{(k)}) + Q_{y0}^{(k)} \sin(\alpha_0^{(k)} - \beta_{\theta,0}^{(k)}), \quad (22)$$

$$V_0^{(k)} = N_0^{(k)} \sin(\alpha_0^{(k)} - \beta_{\theta,0}^{(k)}) - Q_{y0}^{(k)} \cos(\alpha_0^{(k)} - \beta_{\theta,0}^{(k)}), \quad (23)$$

где $\alpha_0^{(k)}$ – угол между касательной к оси арки в узловой точке с номером $j=0$ и полярной осью.

С учетом ранее принятых обозначений проварьированная система уравнений равновесия примет вид

$$\begin{aligned} [H_0 + (V_0 - G_j) \text{ctg}(\beta_{\theta,j} + \theta_j) \cos(\beta_{\theta,j} + \theta_j)] \delta\beta_{\theta,j} + \\ + [\delta H_0 + (V_0 - G_j^q) \text{csc}^2(\beta_{\theta,j} + \theta_j) \sin(\beta_{\theta,j} + \theta_j) \delta\beta_{\theta,j}] - \delta P_j^{ins} = 0, \quad (24) \\ [\delta H_0(R - w_j + v_j) - H(\delta w_{\theta,j} - \delta v_{\theta,j})] \sin\theta_j + \\ + V_0 \cos\theta_j(\delta w_{\theta,j} - \delta v_{\theta,j}) + \partial M_{xj}^{ins} = 0, \end{aligned}$$

где G_j^q – главный вектор внешней нагрузки, приложенной к части арки, отделенной j -м сечением;

$$\delta M_{xj}^{ins} = \frac{\partial M_{xj}^{ins}}{\partial \varepsilon_{1j}} \delta \varepsilon_{1j} + \frac{\partial M_{xj}^{ins}}{\partial \varepsilon_{2j}} \delta \varepsilon_{2j}, \quad (25)$$

$$\delta P_j^{ins} = \frac{\partial P_j^{ins}}{\partial \varepsilon_{1j}} \delta \varepsilon_{1j} + \frac{\partial P_j^{ins}}{\partial \varepsilon_{2j}} \delta \varepsilon_{2j}. \quad (26)$$

Для вышеописанной арки, выполненной из материала с линейным упрочнением, выражения (25) и (26) при развитии пластических деформаций по высоте сжатого пояса арки примут вид

$$\frac{\partial P_j^{ins}}{\partial \varepsilon_{1j}} = E \Delta \varepsilon_j \{ h_{ch,j} t_{wj} (\Delta \bar{\varepsilon}_j - 2 \Delta \bar{\varepsilon}_{pj} - \Delta \bar{\varepsilon}_j) + t_{fj} [-4(b_{fj} - t_{wj}) \Delta \bar{\varepsilon}_{pj} + 2(\Delta \bar{\varepsilon}_j - \Delta \bar{\varepsilon}_j)(2b_{fj} - t_{wj} - \Delta e_j)] + \psi (\Delta \bar{\varepsilon}_j - \Delta \bar{\varepsilon}_j) [h_{ch,j} t_{wj} + 2t_{fj} (\Delta \bar{\varepsilon}_j - t_{wj})] \} / h_j + P_j^{ins} / \Delta \varepsilon_j, \quad (27)$$

$$\frac{\partial P_j^{ins}}{\partial \varepsilon_{2j}} = E \Delta \varepsilon_j \{ h_{ch,j} t_{wj} (2 \Delta \bar{\varepsilon}_{pj} + \Delta \bar{\varepsilon}_j) + 2t_{fj} [2(b_{fj} - t_{wj}) \Delta \bar{\varepsilon}_{pj} + \Delta \bar{\varepsilon}_j (2b_{fj} - t_{wj} - \Delta e_j)] + \psi 2 \Delta \bar{\varepsilon}_j [h_{ch,j} t_{wj} + 4t_{fj} (\Delta e_j - t_{wj})] \} / h_j + P_j^{ins} / \Delta \varepsilon_j, \quad (28)$$

$$\frac{\delta M_{xj}^{ins}}{\partial \varepsilon_{1j}} = E \Delta \varepsilon_j (\Delta \bar{\varepsilon}_j - \Delta \bar{\varepsilon}_j) \{ [h_{ch,j} t_{wj} (h_j - t_{wj}) + 2t_{fj} (\Delta e_j - t_{wj}) (h_j - t_{wj} - \Delta e_j)] (1 + \psi) \} / (2h_j) + M_{xj}^{ins} / \Delta \varepsilon_j, \quad (29)$$

$$\Delta \varepsilon_p = \varepsilon_1 - \varepsilon_p, \quad (30)$$

где $\Delta \bar{\varepsilon}_j = h_j / \Delta \varepsilon_j$, $\Delta \bar{\varepsilon}_{pj} = (\varepsilon_{1j} - \varepsilon_p) h_j / \Delta \varepsilon_j^2$.

Определитель системы (24), составленный, с учетом (21), из коэффициентов при вариациях независимых переменных решаемой задачи, представляет собой функционал потери устойчивости. Обращение в нуль этого функционала или смена знака его численного значения при подстановке в

него параметров напряженно-деформированного состояния, полученного при решении уравнения (2), свидетельствуют о критическом состоянии составной арки. Если устойчивость арки обеспечена, то производится перерасчет величины $E_{equ,j}^{(k)}$ для следующего этапа нагружения арки и вновь производится ее деформационный расчет.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биргер И. А. Общие алгоритмы решения задач теории упругости, пластичности и ползучести // Успехи механики деформируемых сред. М.: Наука, 1975. С. 61–73.
2. Дривинг А. Я. К теории расчета круговых арок с учетом осевых деформаций // Металлические конструкции и испытания сооружений: Межвузовский тематический сб. тр. Л.: ЛИСИ, 1979. С. 50–60.
3. Мысовских И. П. Лекции по методам вычислений: Учеб. пособие. 2-е изд., испр. и доп. СПб.: Изд-во СПбГУ, 1998. 472 с.
4. Рочев А. А. Исследование несущей способности сквозных упругопластических статически неопределимых рам переменного сечения // Труды молодых ученых: В 3 ч. Ч. 3. СПб.: СПбГАСУ, 2000. С. 187–192.
5. Санжаровский Р. С. Устойчивость элементов строительных конструкций при ползучести. Л.: Изд-во ЛГУ, 1984. 280 с.
6. Тимошенко С. П. Устойчивость упругих систем. М.; Л.: ОГИЗ – Гостехиздат, 1946. С. 133.

УДК 581.526.323

НИНА НИКОЛАЕВНА НЕМОВА

доктор биологических наук, член-корреспондент РАН, профессор, директор Института биологии КарНЦ РАН, заведующий лабораторией экологической биохимии Института биологии, заведующий кафедрой молекулярной биологии, биологической и органической химии ПетрГУ nemova@krc.karelia.ru

ГАЛИНА АНДРЕЕВНА ШКЛЯРЕВИЧ

доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ gash@psu.karelia.ru

**ЭКОЛОГИЯ ВОДОРΟΣЛЕЙ-МАКРОФИТОВ КАРЕЛЬСКОЙ
АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОЯ КАК ОБЪЕКТОВ МАРИКУЛЬТУРЫ**

В статье представлен обзор литературы о водорослях-макрофитах, произрастающих на мелководьях Белого моря, имеющих важное хозяйственное значение в качестве объектов марикультуры. Приводится биология и экология доминирующих форм прибрежной морской зоны фукоидов и ламинариевых. Обобщены научные данные об условиях обитания водорослей: температура, соленость, освещенность, фотопериод, биогенные элементы, ксенобиотики и адаптации макрофитов к их изменениям на клеточном биохимическом уровне.

Ключевые слова: водоросли-макрофиты, акватория Белого моря, марикультура, температура, соленость, адаптации, биохимический состав

Морская среда – важнейший источник биологических ресурсов, поэтому знать явления и процессы, протекающие в море, а также использовать природные богатства во благо человека – задача современных биологов, экологов, биохимиков, альгологов. В настоящее время в связи с актуальностью проблем создания технологических приполярных экосистем появилась необходимость сводного анализа накопленных знаний в этой области. Обзору опубликованных работ по экологии и биологии водорослей-макрофитов посвящена наша работа.

**СПЕЦИФИКА УСЛОВИЙ ОБИТАНИЯ
ВОДОРΟΣЛЕЙ В КАРЕЛЬСКОЙ ЧАСТИ
АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОЯ**

Карелии принадлежат самые продуктивные прибрежные мелководные части Онежского, Кandalakshского заливов и бассейна Белого моря (рис. 1). Соседнее Баренцево море является одним из богатейших биологическими ресурсами регионов Мирового океана. Сотни судов разных стран

ведут здесь промысел рыб и беспозвоночных. Вдоль побережья расположены марикультурные хозяйства. Баренцевоморские морепродукты входят в рацион питания значительной части населения Европы и азиатских районов России. Биологическая продуктивность Баренцева моря в большой степени зависит от притока атлантических вод, который значительно смягчает суровый гидрологический режим высокоширотных вод.

Аналогично биологическая продуктивность Белого моря в определенной степени зависит от водообмена с Баренцевым морем (рис. 2) [19] и от гидрологического режима акватории.

**КРАТКАЯ ГИДРОЛОГИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА
КАРЕЛЬСКОЙ АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОЯ.
ТЕМПЕРАТУРА**

В весенне-летний период карельская акватория характеризуется резкой вертикальной стратификацией водных масс и высокоамплитудными сезонными колебаниями температуры

воды. Летний прогрев распространяется до глубины около 50 м. В районе Онежского залива среднегодовая температура поверхностного слоя воды составляет 3,2 °С, в бассейне +3,5 °С, а в Кандалакшском заливе +4,0 °С [18]. Зимой температура поверхностного слоя воды в бассейне колеблется в пределах от -1,7 до -1,2 °С, а в заливах она меняется от -0,7 до -0,5 °С. Весной температура воды возрастает в среднем на 4 °С в бассейне и на 6 °С – в заливах. Летом поверхностные воды карельской акватории хорошо прогреваются, и в августе их температура составляет в среднем 14–16 °С. В октябре происходит быстрое охлаждение вод прибрежной зоны, и их температура становится ниже таковой открытых вод моря. Средние температуры воды по всем месяцам года колеб-

лются в бассейне от -0,4 до 10,6 °С, в Онежском заливе от -1,7 до 11,9 °С, в Кандалакшском заливе от -0,4 до 14,4 °С [11].

СОЛЕННОСТЬ

Соленость воды в карельской акватории так же, как и во всем Белом море, проявляет сезонные и межгодовые флюктуации в зависимости от меняющегося в объеме пресного материкового стока. Пределы внутри сезонных колебаний солености прибрежных поверхностных морских слоев вод достигают самых крайних пределов – от 0 до 28 ‰. Характеристика вертикального распределения солености в бассейне, Кандалакшском и Онежском заливах показана на рис. 3 [19].



Рис. 1. Карта Карелии с обозначением беломорской акватории в Кандалакшском заливе, бассейне и в Онежском заливе. Ресурсы Интернет (с изменениями) [14]. Пунктирно-точечной линией обозначена граница карельской акватории в Белом море, сплошными линиями – границы заливов.

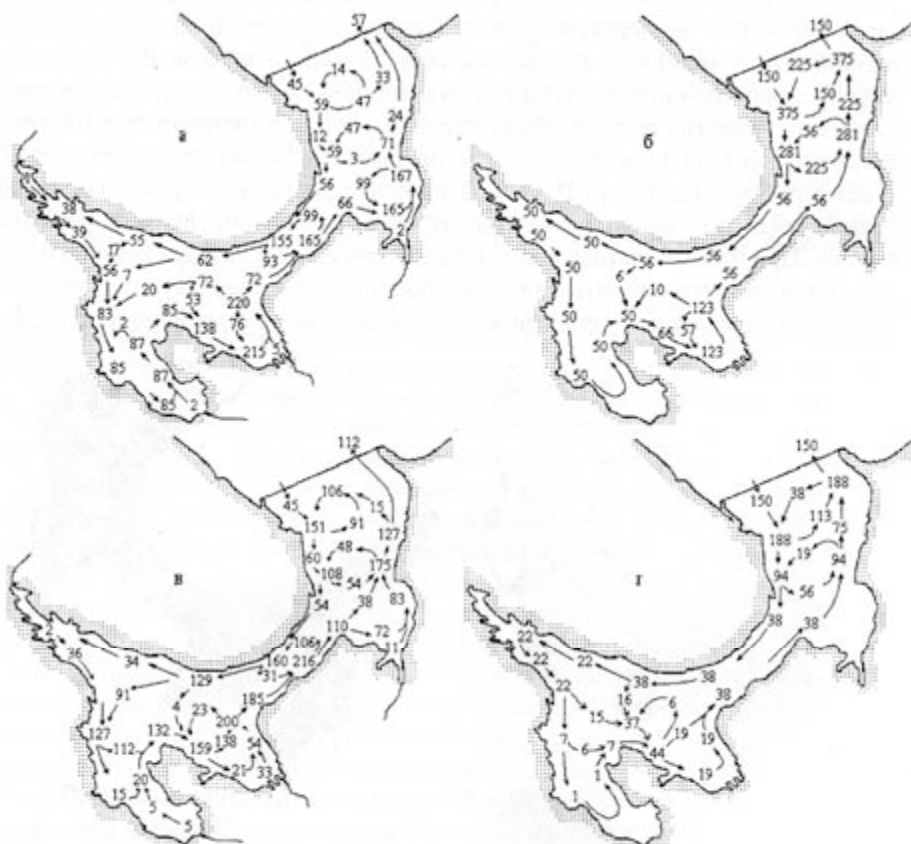


Рис. 2. Расчетный водообмен (км/мес.) между районами Белого моря в период минимального (а, б) и максимального (в, г) речного стока: а, в – верхний слой; б, г – нижний слой [19]

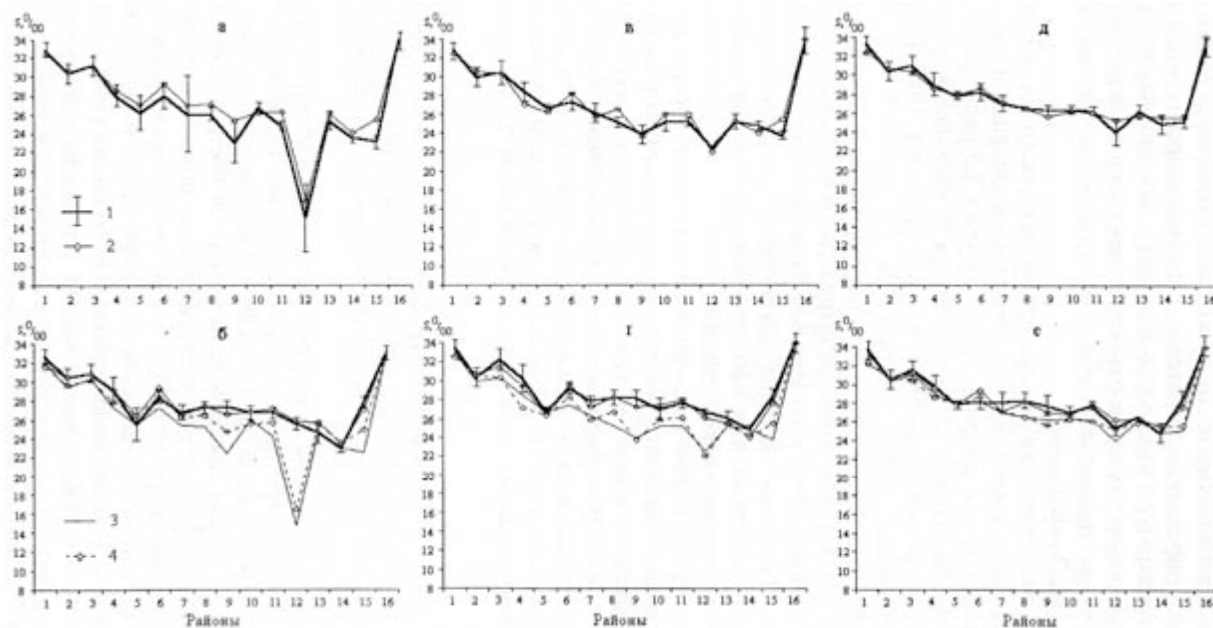


Рис. 3. Распределение солености по районам Белого моря весной (а, б), летом (в, г), осенью (д, е); а, в, д – верхний слой; б, г, е – нижний слой:
1 – диапазоны данных наблюдений, рассчитанные на основе картосхем [19];
2 – расчетные данные;
3 – данные наблюдений в верхнем слое;
4 – расчетные значения в верхнем слое.

Таблица 2

Средние наблюдаемые сезонные концентрации основных биогенных элементов в поверхностных слоях вод карельской акватории Белого моря [18]

Район	Кандалакшский залив			Онежский залив			бассейн		
Сезон	весна	лето	осень	весна	лето	осень	весна	лето	осень
Нитриты, мкг N/л	0,7	2,1–2,5	1,8–2,0	1,7–1,9	3,0–3,2	4,3	1,7–2,2	1,4–1,8	2,6
Нитраты, мкг N/л	28–35	16–18	30–33	59–67	19–28	30–35	11–31	29–32	37–47
Фосфаты, мкг P/л	5–11	10–13	13–14	12–14	16–17	18–19	13–14	11–16	12–13
Силикаты, мкг Si/л	264–296	257–262	304–310	373–422	299–335	321–341	308–446	288–347	294–301

Как видно из табл. 2, в поверхностных слоях воды, омывающей мелководья с населяющими их водорослями-макрофитами, содержится достаточное количество биогенных элементов для роста и развития этих растений, хотя в некоторые непродолжительные периоды (во время весенней вспышки численности фитопланктона) азот и особенно фосфор могут быть лимитирующими факторами для водорослей. Но если такие факторы возникают время от времени в карельской акватории, то их влияние кратко-срочно, так как биогенные элементы способны очень быстро регенерироваться. Все микроэлементы, необходимые водорослям-макрофитам, всегда содержатся в водах Белого моря в достаточном количестве.

Следует отметить, что часть Кандалакшского, Онежского заливов и бассейна с обширной мелководной полосой вдоль карельского берега являются местообитанием многочисленных водоплавающих и прибрежных птиц. Некоторые из них, например, такая крупная морская утка, как гага *Somateria mollissima*, являются здесь массовыми во время весенне-летнего периода. Все птицы в совокупности вносят существенный экскретирующий вклад и тем самым оказывают положительное биотическое влияние на стабильность благоприятного для водорослей режима биогенных элементов в мелководной акватории [3].

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ БЕЛОГО МОРЯ

Наиболее подвержены антропогенному воздействию Двинский и Кандалакшский заливы. В центральной части акватории концентрация нефтяных углеводородов (НУ) в воде варьирует от 0 до 0,08 мг/л [19]. В Кандалакшском заливе среднегодовая концентрация НУ удерживается в пределах 0,04, а максимальное их содержание может достигать 0,11 мг/л [19]. По данным, полученным научно-исследовательским судном «Профессор Штокман» в августе 2003 года, содержание алифатических углеводородов в водах Белого моря за 10 лет практически не изменилось и сопоставимо с таковыми других шельфовых районов Мирового океана; в Кандалакшском заливе оно в среднем составило 20 мкг/л, в водах бассейна – 12 мкг/л [26]. Уровень содержания тяжелых металлов в воде Кандалакшского залива варьирует от 0,001 до 0,003 мг/л [17].

НАКОПЛЕНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ В ПРОМЫСЛОВЫХ МАКРОФИТАХ БЕЛОГО МОРЯ

По данным Н. Ф. Плотицыной [27], полученным в августе 1998 года в Онежском заливе (в районе Соловецких островов), содержание бенз(а)пирена в макрофитах колебалось от 1,8 до 4,1 нг/г сухой массы. Автор допускает, что уровни содержания полиароматических углеводородов (ПАУ) в промысловых водорослях можно принять за региональный фон. Н. Ф. Плотицына отмечает низкий уровень загрязнения промысловых водорослей Белого моря хлорированными углеводородами, который также можно принять за региональный фон. Автор делает вывод, что поскольку в воде Белого моря отмечаются низкие уровни концентрации тяжелых металлов, характерные для незагрязненных морских акваторий, их содержание в промысловых водорослях можно принять как фоновое [27].

РАДИОНУКЛИДНАЯ СИТУАЦИЯ В АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОРЯ

Как утверждает Д. Г. Матишов, «экосистема побережья является масштабным маргинальным фильтром и аккумулятором антропогенных радионуклидов... Мощную фильтрующую функцию выполняет пояс макрофитов на литорали и в сублиторали» [24; 101]. Но в настоящее время антропогенное радиоактивное загрязнение экосистемы Белого моря заметно уменьшилось и признаков, указывающих на существование действующих локальных источников радиоактивного загрязнения, не выявлено [18].

В целом проведенный анализ данных о состоянии экосистем Белого моря и антропогенного воздействия на них позволяет сделать вывод о том, что «современное состояние морских экосистем (в том числе и беломорских карельских) близко к фоновому, соответствующему климатической норме и относительно низкому уровню антропогенных нагрузок» [19; 63].

ПРОМЫСЛОВЫЕ РЕСУРСЫ ВОДОРосЛЕЙ В КАРЕЛЬСКОЙ АКВАТОРИИ БЕЛОГО МОРЯ

Группу промысловых водорослей составляют массовые по численности виды макрофитов, определяющие фитоценотический облик мелковод-

ной карельской части акватории Белого моря [2]. Среди них преобладают бурые водоросли: фукоиды – *Fucus vesiculosus* (фукус пузырчатый), *Fucus serratus* (фукус зубчатый или пальчатый), *Fucus distichus* (фукус двусторонний), *Ascophyllum nodosum* (аскофиллум узловатый); ламинарии – *Laminaria saccharina* (ламинария сахаристая), *Laminaria digitata* (ламинария пальчаторассеченная). Из красных водорослей заготавливают только *Ahnfeltia plicata* (анфельцию путаную).

Массовые макрофиты Белого моря в сравнении с баренцевоморскими были исследованы В. В. Кузнецовым в 1934–1940 и 1946–1953 годах. Приводим данные по промысловым видам беломорских водорослей в основном по результатам исследований этого автора [20].

Fucus vesiculosus (фукус пузырчатый)

Слоевище в виде крупных кустов до 100 см высоты, с плоскими ветвями, со срединной жилкой, с ровными или слегка волнистыми краями, дихотомически и неправильно разветвленными, обычно с парными пузырями; прикрепляется к субстрату подошвой. Продолжительность жизни – до 11 лет. Плотность поселений может достигать до 10 000 растений на 1 м². Бореально-арктический вид распространен в Атлантическом и Северном Ледовитом океанах.

Максимальная ширина «ветвей» слоевища (31 мм) достигает большей величины, чем в Баренцевом море (21 мм). Наибольший годовой прирост длины таллома *Fucus vesiculosus* в Белом море (213 мм) значительно больше, чем в Баренцевом море (184 мм). Максимальная биомасса этого фукуса колеблется в пределах 7–26 кг/м² в прибрежных районах бассейна Белого моря и Кандакшского залива. А. И. Бабков и А. Н. Голиков приводят для опресненных затишных прибрежных участков максимальную биомассу *Fucus vesiculosus* – 8 кг/м² [1]. Вес генеративных частей слоевища, ежегодно сбрасываемых после периода размножения, достигает 61,3 % от общего веса растений, причем в большинстве случаев относительный вес генеративных частей у беломорских фукусов этого вида меньше, чем у баренцевоморских, что В. В. Кузнецов объясняет большими общими размерами беломорских *Fucus vesiculosus*. Все материалы, приведенные этим автором [20], свидетельствуют о крайней эврибионтности фукуса этого вида, способного жить даже в суровых условиях среднего, а иногда и верхнего горизонтов литорали до глубины 20 м в отдельных локальных участках с чистой (прозрачной) водой. В сублиторали встречаемость *Fucus vesiculosus* до глубины 10 м – 30 %, до глубины от 11 до 20 м – 2,5 % [31]. Исследования Г. М. Воскобойникова с соавторами и М. В. Макарова показали, что и в Баренцевом море фукус пузырчатый является видом, приспособленным к существованию в экстремальных условиях, приводящих к элиминации других видов макроводорослей [5], [7], [10], [22], [23].

Ascophyllum nodosum (аскофиллум узловатый)

По широте своего распространения на литорали в Белом море этот фукоид может быть поставлен рядом с *Fucus vesiculosus*. Он в одинаковой мере распространен как в затишных, так и в прибойных участках, и даже там, где прибой достигает максимальной силы, можно найти отдельные низкорослые кусты этой водоросли. *A. nodosum*, как и *F. vesiculosus*, выдерживает очень широкие колебания абиотических факторов внешней среды. Поэтому *A. nodosum* встречается на участках, совершенно противоположных по условиям жизни в них: на скалах в верхнем отделе литорали кутовых участков губ, на скалах и камнях в затишных и сильно опресняемых участках, на скалах и камнях открытых берегов и в сублиторали Белого моря. Осенью по всей длине слоевища литоральных растений закладываются мелкие грушевидные зачатки рецептакул, которые в течение зимы постепенно увеличиваются в размерах и к началу лета достигают зрелости. Вскоре после созревания половые продукты выходят в воду, и в течение довольно короткого временного периода рецептакулы сбрасываются одновременно на больших пространствах прибрежных мелководий. В июле аскофиллум уже обычно полностью освобождается от старых рецептакул и начинает образование новых. Органы плодоношения составляют значительную часть общей массы: на 1 кг водорослей образуется от 3 до 8,5 тыс. рецептакул массой от 110 до 530 г. При сбрасывании их аскофиллум теряет 40–45 % от общей биомассы водоросли в период зрелого плодоношения [20]. Это явление характерно только для *A. nodosum*, у *F. vesiculosus* так же, как у *Fucus serratus* и *Fucus distichus*, рецептакулы сбрасываются в единичных случаях, чаще они разрушаются (деструктируются) после размножения, оставаясь прикрепленными к несущим их частям талломов.

Максимальная длина беломорского аскофиллума – 153 см, наибольшая продолжительность жизни – около 15 лет, максимальная биомасса – 42,8 кг/м² [20].

У *A. nodosum* и *F. vesiculosus* выявлены резкие межгодовые флюктуации биомассы. 12-летние исследования этого процесса на стационарном участке в нижнем горизонте островной литорали прибрежной части карельского берега Белого моря показали наличие резких колебаний их биомассы от 2,7 до 14,7 кг/м² у первого и от 0,2 до 6,3 кг/м² у второго. В среднем биомасса *A. nodosum* составила 9271 ± 299 г/м², *F. vesiculosus* – 3117 ± 158 г/м² [30].

Fucus serratus (фукус зубчатый или пальчатый)

На мелководьях вдоль карельского и поморского берегов Белого моря на литорали почти не встречается. Чаще он поселяется ниже нуля глубин – в сублиторали. Здесь этот фукус образует

сплошные заросли до глубины 3–4 м. Наибольшая продолжительность жизни фукуса зубчатого в Белом море – около 11 лет. В северной части Онежского залива сублиторальные водоросли этого вида имеют длину таллома до 120 см. Годовой прирост длины слоевища составляет в бассейне до 162 мм, в Онежском заливе – 137 мм [20]. Особенностью беломорских *F. serratus* является то, что на слоевищах летних растений одновременно имеется большое количество как разрушающихся, так и развивающихся рецептакул. Деструктивные процессы в рецептакулах идут настолько медленно, что они в массовом количестве сохраняются на слоевище до второй половины будущего лета на закрытых от штормовых волновых потоков мелководьях. В. В. Кузнецов высказал предположение, что в основе этого явления лежит замедленное созревание половых продуктов и удлиненный срок деятельности скафидий [20]. При просмотре в июле разрушающихся рецептакул, образовавшихся летом предшествующего года, в их скафидиях обнаружено большое количество еще не вышедших в воду оогоний и антеридий. Запасы фукоидов в близлежащей к карельской акватории – в районе Соловецких островов – составляют 32,7 тыс. т [21]. Деление на спорофит и гаметофит у фукусовых отсутствует.

Fucus distichus

(фукус двусторонний)

Фукус этого вида встречается в Белом море довольно редко, и сведения о нем в литературе довольно скудны. По нашему мнению, вид *Fucus distichus* в карельской акватории нужно исключить из числа промысловых.

ВЛИЯНИЕ КСЕНОБИОТИКОВ (НЕФТЕУГЛЕВОДОРОДОВ) НА БИОХИМИЧЕСКИЙ СОСТАВ ФУКОИДОВ

По карельской акватории (частично), а также вблизи нее проходит фарватер нефтеналивных судов, поэтому существует потенциальная опасность углеводородного загрязнения прибрежной мелководной зоны. В связи с этим следует рассмотреть результаты сравнительного анализа состояния фукуса этого вида, произрастающего в загрязненном нефтеуглеводородами и чистом местообитании.

Г. М. Воскобойников [6] исследовал состояние *F. vesiculosus* в постоянно загрязняемом нефтепродуктами местообитании – на литорали Мурманского морского порта (далее – загрязняемое местообитание (ЗМ)) и в чистом районе (ЧМ). В ЗМ выявлено уменьшение размера, веса и продолжительности жизни, а также снижение скорости роста. Присутствие на загрязненной литорали преимущественно фукоидов может свидетельствовать о специфической устойчивости данных видов водорослей к нефтяному загрязнению. Полученные данные совпадают

с результатами экспериментов по влиянию нефти и нефтепродуктов на рост водорослей [28].

Количественное определение отдельных компонентов, проведенное для водорослей из ЧМ, показало сравнительно низкое содержание общих липидов, среднее содержание полярных низкомолекулярных веществ (существенная часть которых представлена маннитом), достаточно высокое содержание альгината и более высокое, чем в ламинариевых водорослях, содержание фукоидана. Содержание общих липидов в *F. vesiculosus* из ЗМ увеличивается в 3 раза по сравнению с ЧМ. При этом у водорослей из ЗМ наблюдается снижение содержания маннита и фукоидана (соответственно в 2 и 3 раза), хотя содержание альгината падает незначительно. Уменьшение содержания углеводов у фукусов из ЗМ, как предполагает Г. М. Воскобойников [6], обусловлено особенностью их существования в стрессовых условиях. Увеличение содержания общих липидов, по всей вероятности, связано с тем, что нефтяные углеводороды, сорбированные на поверхности талломов, попадают при анализе в эту фракцию. Для окончательного вывода необходимо более детальное исследование состава фракции общих липидов.

Г. М. Воскобойниковым совместно с сотрудником БИН РАН Е. Р. Котловой был проведен анализ гликолипидов фукусов. «Известно, что изменение состава и содержания липидов является одной из первых реакций растительных клеток на стрессовое воздействие. Как правило, наиболее лабильным компонентом оказываются гликолипиды, являющиеся структурной основой мембран хлоропластов и играющие важную роль в процессе фотосинтеза. Адаптация к химическому загрязнению на уровне липидов данного класса выражается в снижении степени ненасыщенности входящих в их состав жирных кислот, а также изменении соотношения индивидуальных липидных молекул. Обычно на фоне снижения относительного содержания моногалактозилдиацилглицерина (МГДГ) увеличивается вклад дигалактозилдиацилглицерина (ДГДГ).

Неспецифической ответной реакцией фосфолипидов, входящих в состав внехлоропластных мембран, является увеличение концентрации фосфатидилхолина (ФХ) и одновременно снижение содержания фосфатидилэтаноламина (ФЭ). Адаптивное значение такого перераспределения связывают с большей устойчивостью ФХ к гидролитическим процессам, наличием у него собственной антиокислительной активности и, что весьма существенно, участием в передаче стрессового сигнала. Кроме того, ФХ служит источником свободного холила, двухступенчатое окисление которого приводит к образованию глицинбетаина, одного из наиболее эффективных осмопротекторов, участвующего в защите растительных клеток от повреждающего действия экстремальных температур, обезвоживания и засоления».

Фосфатидилхолин является одним из основных мембранных фосфолипидов большинства видов растений и животных. Однако отдельные организмы не способны синтезировать это соединение. Среди них – некоторые представители порядка *Fucales*, внехлоропластные мембраны которых построены преимущественно из ФЭ и бетаинового липида диадаглицерингидроксиметилтриметил β -аланина (ДГТА) [33], который является специфическим липидным компонентом бурых водорослей. Как и ФХ, он содержит триметил-аммонийную группу в полярной части молекулы, но, в отличие от этого фосфолипида, не имеет остатка фосфорной кислоты. К настоящему времени достаточно хорошо изучены распространение, локализация и особенности метаболизма ДГТА. Вместе с тем физиологическая роль этого липида остается невыясненной.

Несмотря на то что *F. vesiculosus* не способен синтезировать ФХ, его мембранные структуры отличаются особой устойчивостью к химическому загрязнению [34]. Возможно, у *F. vesiculosus* функционирует другой, альтернативный путь адаптации на уровне липидных молекул – в отсутствие ФХ роль стабилизатора клеточных мембран начинает выполнять его бесфосфорный аналог – ДГТА.

У *F. vesiculosus* из загрязненного района в 2 раза увеличивается содержание гликолипидов – МГДГ, ДГДГ и сульфохинозил-диацилглицерина (СХДГ). При этом весьма показательным является отсутствие изменений в соотношении основных галактолипидов. Значение МГДГ/ДГДГ составляло 1,6 и 1,7 для водорослей из чистого и загрязненного районов соответственно.

Содержание остальных полярных липидов также возрастало в условиях нефтяного загрязнения. Однако, в отличие от гликолипидов, увеличение индивидуальных фосфо- и бетаинового липидов оказалось неравномерным. Содержание ФЭ и фосфатидилинозита (ФИ) увеличилось в 2 раза, в то время как фосфатидилглицерина (ФГ) – в 3, а ДГТА – в 4 раза. В результате отношение основных липидов внехлоропластных мембран ДГТА/ФЭ увеличилось с 0,49 до 0,89. На основании полученных данных можно сделать вывод, что индуцированные химическим загрязнением адаптивные изменения на уровне мембранных липидов могут включать не только увеличение относительного содержания ФХ, но и других липидов.

Выявленная наибольшая устойчивость к нефтяному загрязнению фукуса пузырчатого по сравнению с другими макрофитами коррелирует с чрезвычайно высокой устойчивостью данного вида к другим альтерирующим факторам внешней среды: опреснению, отрицательной температуре, ультрафиолету. Мы не можем сейчас с определенностью говорить о причинах устойчивости *F. vesiculosus* к нефтяному загрязнению. Возможно, что токсикант не проникает через толстую полисахаридную оболочку

и мембрану в клетки фукуса. Такую точку зрения, анализируя причину устойчивости бурых водорослей к загрязнению, высказывает ряд исследователей [25]. Она объясняет большую токсичность нефтяных компонентов с низким молекулярным весом, легче проникающим через клеточную оболочку, а также большую подверженность влиянию одинаковых доз токсиканта растений на ранних стадиях развития по сравнению со взрослыми растениями [35]. Другой причиной, объясняющей возможность переживания водорослей в условиях нефтяного загрязнения, может быть их способность включать нефтяные углеводороды в метаболизм, что было показано на некоторых микроорганизмах [13]. В пользу этой гипотезы свидетельствуют данные, полученные Г. М. Воскобойниковым [6] из нескольких точек обитания фукусов на Восточном Мурмане, а также анализ литературных данных о том, что концентрация нефтепродуктов у *F. vesiculosus*, произрастающих в загрязненных местах, может быть в 50 раз выше, чем у этого вида водорослей из чистого места обитания.

Laminaria saccharina

(ламинария сахаристая)

В Белом и Баренцевом морях является основным объектом промысла и культивирования (рис. 5) [8].



Рис. 5. Ламинария сахаристая (*Laminaria saccharina*) [8]

Заросли ламинарии в карельской акватории Белого моря в основном сосредотачиваются на глубине от 1–2 до 8–10 м. Особенно плотные и продуктивные заросли развиты в районе островов Жижгина и Анзерского, в некоторых губах и вокруг островов западной части Кандалакшского залива [20]. Эти растения имеют крупные размеры. Рост таллома *L. saccharina* в Белом море заканчивается в июне – июле, а развитие спороносной части начинается в сентябре и заканчивается к июню следующего года, когда завершается рост более молодой части пластинки. Зона роста у ламинарий всех видов интеркалярная и расположена на границе стволика и пластинки. Стволик растет на протяжении всего жизненного цикла ламинарий, пластинка, особенно в верхней ее части, сбрасывается по мере ее «старения» фрагментарно непрерывно в течение всей жизни спорофита. Период интенсивного роста слоевища продолжается с января по июль – в это время процессы роста преобладают

над процессами разрушения. Существенное замедление роста вплоть до его остановки наблюдается в сентябре – декабре. Средняя масса *L. saccharina* в западной части Кандалакшского залива составляет 760 г (максимальная масса наиболее крупных экземпляров – 1309 г) при средней общей длине слоевища в 182 см и ширине – 152 см. В районе губы Гридиной средняя масса одного спорофита в начале лета не превышала 229 г (максимальная – 814 г) при длине слоевища в 187 см. Причем зимой здесь спорофиты более крупные, и их масса составляет в среднем 477 г при длине 298 см. Сорусы спорангиев образуют темное пятно в центральной части пластины таллома *L. saccharina*. Спороношение наступает у растений в возрасте 8–12 месяцев, и в Белом море оно продолжается почти круглый год. Наибольшее количество спор в популяции производят однолетние растения. Длительность жизни спорофита в Белом море составляет 6–8 лет [20], жизненный цикл пластинки завершается обычно в течение 24–28 месяцев. Ламинария имеет гетероморфный жизненный цикл, включающий чередование микроскопического гаметофита (у ламинариевых гаметофиты раздельнополые) и макроскопического спорофита (рис 6). Промысловое значение имеет спорофит [9].

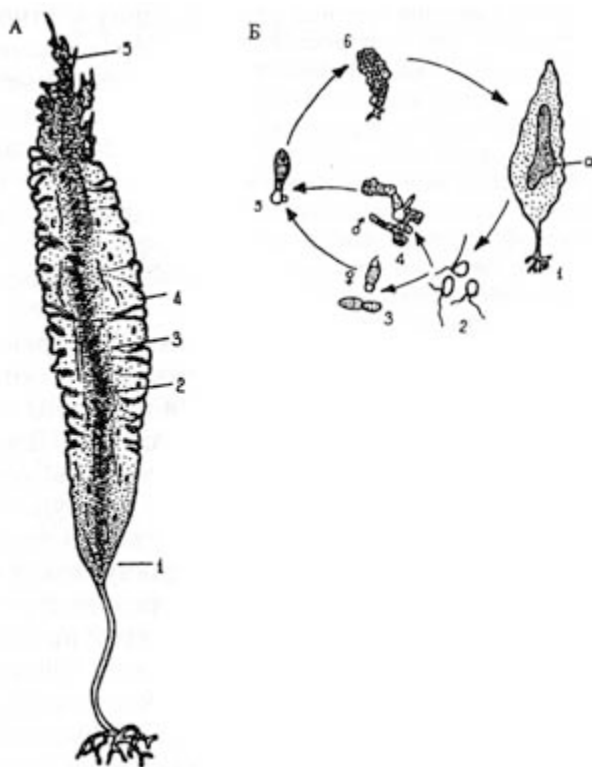


Рис. 6. Морфология (А) и жизненный цикл (Б) ламинарии сахаристой:

А: 1 – зона роста, 2 – центральная часть, 3 – бегристая часть, 4 – волан, 5 – дистальная (деградирующая) часть слоевища;
Б: 1 – спорофит (спороносное пятно), 2 – зооспоры, 3 – женский гаметофит, 4 – мужской гаметофит, 5, 6 – ранний спорофит [9]

Laminaria digitata

(ламинария пальчаторассеченная)

Вдоль карельского берега ламинария этого вида сплошных зарослей и однородных «чистых» таксоценозов не образует, а растет совместно с *L. saccharina*, *Fucus serratus* и *Fucus distichus* на глубине 1–12 м. Самые крупные беломорские растения достигают массы 1–1,1 кг при общей длине слоевища до 90–95 см. Морфология и биология ламинарии пальчаторассеченной и ламинарии сахаристой сходны. Сроки развития спорофита и спороношения у *L. digitata* аналогичны таковым у *L. saccharina*. Спорофиты живут в Онежском заливе до 4–5 лет, в юго-западной части Кандалакшского залива – до 10–12 лет [20]. Запасы ламинарий в районе Соловецких островов составляют 240 тыс. т [21].

Ahnfeltia plicata

(анфельция путаная)

A. plicata в Белом море широко распространена и встречается почти повсеместно, хотя по своей общей биомассе занимает весьма скромное место: ее общая биомасса здесь примерно в 50 раз меньше биомассы ламинарий. Тем не менее этот вид имеет важное промысловое значение как источник получения агар-агара. Все данные по беломорской анфельции приводятся по В. В. Кузнецову [20].

В Онежском заливе небольшие пятна зарослей *A. plicata* площадью 5–10 м² располагаются преимущественно на глубине от 1–3 до 5 м. На 1 м² таких пятен находится от 30 до 65 растений с биомассой от 860 до 1085 г. В некоторых случаях биомасса анфельции достигает 2–5 кг/м². Рост слоевища этой водоросли начинается в апреле – мае и заканчивается в ноябре; зимой рост приостанавливается. Размер годового прироста длины неповрежденного слоевища в среднем составляет всего 2 см; поврежденные растения (обрывающиеся штормом или срезаемые при драгировках) дают годовой прирост в среднем 3–4,6 см. Увеличение общих размеров и веса слоевища неповрежденных растений происходит путем ежегодного правильного дихотомического ветвления, наблюдаемого в конце сезона роста. Это дает возможность правильного определения возраста каждого растения, максимальной продолжительности жизни (по числу дихотомических ветвлений – каждое ветвление соответствует одному году жизни растения) и скорости роста. Кроме этого, на поперечных срезах нижней части растения бывают хорошо видны годовые кольца, по числу которых также можно определить возраст растения, на что впервые было указано еще Джонсоном в конце XIX столетия [20]. В настоящее время считается, что продолжительность жизни беломорских растений анфельции составляет 6–8 лет. Возможно, что максимальная продолжительность жизни растений несколько больше, так как наиболее крупные из них имеют слоевище длиной до 40 см. Размножение анфельции изучено еще недостаточно. Известны

только органы бесполого размножения – нематоды, формирующие моноспоры. У беломорских растений нематоды образуются осенью, сохраняются в течение всей зимы, а период спороношения в северной части Онежского залива продолжается с апреля до начала июля. Образование и развитие нематоды не имеет какого-либо существенного значения для изменения биомассы размножающихся растений. В. В. Кузнецов предполагает, что годовая продукция беломорской анфельдии составляет приблизительно 1/6 часть (12–17 %) ее общей биомассы [20]. Запасы анфельдии в районе Соловецких островов составляют всего 0,6 тыс. т.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Прогресс человечества нуждается в поисках новых ресурсов – пищевых, кормовых, лекарственных и других, и люди начинают обращать пристальное внимание на растительные ресурсы моря, до сих пор не достаточно используемые. Крупные морские водоросли-макрофиты ценны и как продукты питания, и как продуценты альгината, маннита, богаты витаминами и микроэлементами, они содержат 6–9 % белка, 17–60 % углеводов, около 4 % липидов [4]. Одной из особенностей морских гидробионтов является их способность избирательно концентрировать в организме в процессе жизнедеятельности из морской среды редкие и рассеянные химические элементы. Концентрация некоторых элементов в тканях морских водорослей превышает их содержание в окружающей среде от десятков до тысяч раз. Накопление йода, например, в бурых водорослях может составлять от 6 до 1230 мг/%. Ламинариевые водоросли – это уникальный природный энтеросорбент, способствующий выведению из организма человека тяжелых металлов, радионуклидов. По содержанию витаминов, микроэлементов ламинария может конкурировать с овощами и фруктами.

Морская растительность играет громадную роль не только в жизни морских живых существ, но прямо и косвенно – в жизни человека. Академик Л. А. Зенкевич говорил, что через несколько десятилетий заявит о своем рождении новая наука – подводная агрономия. Многие морские районы будут вотчиной наших водных хозяйств. Времена становления аквакультур наступают. Перед нашей республикой встает настоятельная необходимость организации и развития марикультурных хозяйств и, в первую очередь, – водорослевых. Подсчитано, что 1 га водорослевого поля может дать столько белковых, углеводных и других необходимых человеку веществ, сколько его получают с 25 га пшеничного или картофельного поля [15]. За 1 день интенсивного (весеннего) фотосинтеза у фукуса синтезируется 82,5–115,5 г С орг./м²/день, у аскофиллума – 134,3–143,5 г С орг./м²/день, у ламинарии сахаристой – 89,7–141,9 г С орг./м²/день [4].

Доминирующими формами прибрежной морской зоны являются фукоиды и ламинариевые. Биомасса водорослей колеблется от нескольких десятков грамм до десятков килограмм. В качестве объектов культивирования в Белом море преобладают бурые водоросли: фукоиды – *Fucus vesiculosus* (фукус пузырчатый), *Fucus serratus* (фукус зубчатый или пильчатый), *Fucus distichus* (фукус двусторонний), *Ascophyllum nodosum* (аскофиллум узловатый); ламинарии – *Laminaria saccharina* (ламинария сахаристая), *Laminaria digitata* (ламинария пальчаторассеченная).

Большое значение для решения проблем водорослевой марикультуры имеют исследования адаптации организмов промысловых видов к изменяющимся условиям окружающей среды на клеточном уровне, выражающейся в изменении биохимического состава и содержания углеводов и липидов, а также в альтерациях таких важных биологически активных веществ, как маннит, альгинат, фукоидан и другие.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабков А. И., Голиков А. Н. Гидробиокомплексы Белого моря. Л.: Изд-во зоол. ин-та АН СССР, 1984. 104 с.
2. Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Ч. I. СПб., 1995. 250 с.
3. Белое море. Биологические ресурсы и проблемы их рационального использования. Ч. II. СПб., 1995. 250 с.
4. Блинова Е. И., Возжинская В. Б. Морские макрофиты и растительные ресурсы океана // Основы биологической продуктивности океана и ее использование. М.: Наука. 1971. С. 137–171.
5. Воскобойников Г. М. Об устойчивости фукуса пузырчатого к факторам среды // Тез. докл. междунар. конф. «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем» (г. Мурманск, 25–28 апреля 2001 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 53.
6. Воскобойников Г. М. К вопросу об адаптации и регуляции роста морских макрофитов северных широт // Материалы Второй Всероссийской школы по морской биологии (г. Мурманск, 3–5 ноября 2003 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2004. С. 15–30.
7. Воскобойников Г. М., Макаров М. В. Влияние уменьшения солености на жизнеспособность и скорость роста бурых водорослей Баренцева моря // Тез. докл. 11-й науч.-практ. конф. МГТУ (г. Мурманск, 19–29 апреля 2000 г.). Мурманск: МГТУ, 2000. С. 504–505.
8. Воскобойников Г. М., Макаров М. В., Пантелеева Н. Н. Биотехнологии искусственного выращивания морских гидробионтов. Проблемы и перспективы биотехнологии культивирования бурых водорослей в Баренцевом море // Современные информационные и биологические технологии в освоении ресурсов шельфовых морей / Мурман. мор. биолог. ин-т КНЦ РАН. М.: Наука, 2005. С. 256–272.
9. Воскобойников Г. М., Макаров В. Н., Макаров М. В., Шошина Е. В. Биотехнологии в полярной марикультуре и использовании морских биоресурсов Арктики // Современные технологии и прогноз в полярной океанологии и биологии. Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 1999. С. 100–123.

10. Воскобойников Г. М., Макаров М. В., Рыжик И. В., Степаньян О. В. Изменения у макрофитов Баренцева моря под влиянием нефтепродуктов // Материалы междунар. конф. «Нефть и газ арктического шельфа» (г. Мурманск, 17–19 ноября 2004 г.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 2004. С. 67–73.
11. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Белое море. Вып. 1. Гидрометеорологические условия. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 240 с.
12. Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Т. II. Белое море. Вып. 2. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Л.: Гидрометеиздат, 1991. 193 с.
13. Гусев М. В., Коронелли Т. В. Физиолого-биохимические основы микробиологического окисления нефтепродуктов в море // Человек и биосфера. Вып. 7. М.: Изд-во МГУ, 1982. С. 20–31.
14. Интернет-ресурсы <http://maps.karelia.ru>
15. Казьмин В. Д. Морские сокровища. М.: Пищ. пром-сть, 1972. 135 с.
16. Карпович В. Н. Кандакшский заповедник. Мурманск: Мурманское книжное изд-во, 1984. 156 с.
17. Качество морских вод по гидрохимическим показателям. Ежегодник. 2002. СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 128 с.
18. Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»). Вып. 1. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2004. 557 с.
19. Комплексные исследования процессов, характеристик и ресурсов российских морей Северо-Европейского бассейна (проект подпрограммы «Исследование природы Мирового океана» федеральной целевой программы «Мировой океан»). Вып. 2. Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2007. 633 с.
20. Кузнецов В. В. Белое море и биологические особенности его флоры и фауны. М.; Л., 1960. 322 с.
21. Макаров В. Н. Изучение состояния запасов промысловых водорослей Соловецких островов и вопросы рационального промысла и охраны пояса макрофитов // Проблемы экологии Белого моря: Тез. докл. науч.-практ. конф. Архангельск; Соловки, 1982. С. 62–65.
22. Макаров М. В. Толерантность некоторых водорослей-макрофитов к ультрафиолету-В // Экологический мониторинг морей Западной Арктики (от концепции к практике): Тез. докл. междунар. конф. (г. Мурманск, 23–25 октября 1997 г.). Мурманск, 1997. С. 78–79.
23. Макаров М. В. Влияние длительного затемнения на пигментный состав некоторых видов водорослей Баренцева моря // Тез. докл. междунар. конф. «Биологические основы устойчивого развития прибрежных морских экосистем» (г. Мурманск, 25–28 апреля 2001 г.). Апатиты: Изд-во КНЦ РАН, 2001. С. 139.
24. Матишов Д. Г. Источники, перенос и распространение искусственных радионуклидов в компонентах морских экосистем // Теория и практика комплексных морских исследований в интересах экономики и безопасности российского Севера: Тез. докл. междунар. науч.-практ. конф. (г. Мурманск, 15–17 марта 2005 г.). Апатиты: Изд-во Кольского научного центра РАН, 2005. С. 101.
25. Нельсон-Смит А. Нефть и экология моря. Л.: Гидрометеиздат, 1977. 302 с.
26. Немировская И. А. Углеводороды в экосистеме Белого моря // Океанология. 2005. Т. 45. № 5. С. 678–688.
27. Плотицына Н. Ф. Накопление загрязняющих веществ в промысловых макрофитах Белого моря // Оптимизация использования морских биоресурсов и комплексное управление прибрежной зоной Баренцева моря: Тез. докл. регион. семинара, посвященного 45-летию Первой научной сессии Мурманской биологической станции (г. Мурманск, 30 ноября 1999 г.). Мурманск: ММБИ КНЦ РАН, 1999. 105 с.
28. Степаньян О. В. Морфофункциональные перестройки у водорослей-макрофитов Баренцева моря под влиянием нефти и нефтепродуктов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Мурманск, 2003. 29 с.
29. Федоров В. Д., Корсак М. Н., Бобров Ю. А. Некоторые итоги изучения первичной продукции фитопланктона Белого моря // Гидробиол. журн. 1974. Т. 10. № 5. С. 9–14.
30. Шкляревич Г. А. Запасы и временная гетерогенность биомассы водорослей-макрофитов на литорали островов вершины Кандакшского залива Белого моря // Водоросли, лишайники, грибы и мохообразные в заповедниках РСФСР: Сб. тр. ЦНИЛ Главохоты РСФСР. М., 1989. С. 5–16.
31. Шкляревич Г. А. Водоросли и беспозвоночные животные мелководий Порьей губы. Апатиты, 1999. 70 с.
32. Berger V., Dahle S., Galaktionov K., Kosobokova X., Naumov A., Rat'kova T., Savinov V., Savinova T. White Sea. Ecology and environment. St. Petersburg; Tromsø, 2001. 157 p.
33. Eichenberger W., Araki S., Muller D. G. Betaine lipids and phospholipids in brown algae // Phytochemistry. 1993. Vol. 34, 5. P. 1323–1333.
34. Smith K. L., Bryan G. W., Harwood J. L. Changes in endogenous fatty acids and lipid synthesis associated with copper pollution in *Fucus* spp. // J. Exp. Bot. 1985. Vol. 36. № 165. P. 663–669.
35. Thelin Is. Effects, in culture, of two crude petroleum products and of a petroleum dispersant on the zygotes and plantules of *Fucus serratus* Linnaeus (Fucales, Phaeophyceae) // Bot. Mar. 1981. Vol. 24. P. 515–519.

ЕВГЕНИЙ АЛЕКСЕЕВИЧ РУМЯНЦЕВ

доктор биологических наук, профессор кафедры зоологии
и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ
rumyantseva@mail.ru

СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА ШАЛИНА

аспирант кафедры зоологии и экологии эколого-био-
логического факультета ПетрГУ
bolg@psu.karelia.ru

МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПАРАЗИТОФАУНЫ СИГОВЫХ РЫБ В ОЗЕРАХ

Изучены изменения паразитофауны сиговых рыб в озерах за многолетний период. На примерах показаны некото-
рые особенности многолетних изменений фауны паразитов рыб во внутренних водоемах Европейского Севера.

Ключевые слова: сиговые рыбы, трофность водоема, зараженность рыб, цикл развития

Фауна паразитов рыб находится в исключительной зависимости от разнообразного комплекса действующих экологических факторов. Чутко реагируя на все изменения природных условий и состояния водоема, она развивается в том или ином направлении. Естественно ожидать, что за длительный промежуток времени, составляющий несколько десятилетий, паразитофауна рыб претерпевает вполне определенные изменения. Изучение этих изменений представляет большой интерес.

Изменения паразитофауны рыб за длительный многолетний период времени в водоемах озерного типа впервые были изучены С. С. Шульманом и В. Ф. Рыбак [15]. Они сравнили данные ихтиопаразитологических исследований на Кончезере и Пертозере в 1931–1935 годах с таковыми, проведенными спустя четверть века, в 1953–1954 годах. За длительный промежуток времени особенно резко возросла численность рачков *Ergasilus sieboldi*. Причину этого авторы видят в том, что за четверть века озера значительно продвинулись в сторону эвтрофикации, хотя и не вышли за пределы своего олиготрофного статуса.

У сиговых рыб исчезают моногенеи *Discocotyle sagittata* и *Gyrodactylus lavareti*, цестода *Eubotrium salvelini*, трематода *Crepidostomum farionis*, рачки *Salmincola*. Отмечена тенденция к снижению численности тех видов паразитов, промежуточными хозяевами которых служат реликтовые раки (*Echinorhynchus salmonis*, *Cystidicola farionis*, *Cyathocephalus truncatus*) (табл. 1).

Таблица 1

Изменения зараженности паразитами
сига Пертозера

Вид паразита	Годы	
	1931–1932	1953–1954
<i>Cyathocephalus truncatus</i>	17 (0.2)	–
<i>Proteocephalus exiguus</i> *	68 (4.3)	91 (106.3)
<i>Cystidicola farionis</i>	100 (195.0)	83 (58.3)
<i>Echinorhynchus salmonis</i>	100 (108.3)	83 (25.0)

Примечание. Здесь и далее первая цифра – процент заражения, в скобках – индекс обилия (экз.).

* Синоним *P. longicollis*.

Судить о многолетних изменениях фауны паразитов другого олиготрофного водоема – Выгозера – позволяют исследования ряда авторов [7], [13], [2]. Зарегулирование озера сопровождалось увеличением содержания в нем болотных гуминовых веществ, что сказалось на гидрофауне. Сиговые, игравшие основную роль в промысле, уступили место лещу, судаку и корюшке. Почти исчезли реликтовые раки [1]. Из состава фауны этого водоема выпадают реофильные и оксифильные виды, наиболее чувствительные к дистрофикации (*Rhabdochona denudate*, *Crepidostomum metoecus*, *Salmincola thymalli* и др.). Стали редко встречаться многие представители, промежуточными хозяевами которых служит понтопорей (*Cystidicola farionis*). Скребень *Echinorhynchus salmonis* вообще не обнаружен.

Снизилась количественные показатели зараженности рыб теми видами паразитов, жизненный цикл которых протекает при участии бентосных организмов (*Diplostomum spathaceum*, *Ichthyocotylurus pileatus*, *Phyllodistomum elongatum*, *Neoechinorhynchus rutili*, *Raphidascaris acus*). Однако зараженность рыб скребнем *Acanthocephalus lucii* возросла, поскольку его первые промежуточные хозяева – водяные ослики – более устойчивы к действию болотных вод.

Численность паразитов, связанных с зоопланктоном, в большинстве случаев возрастает. К ним относятся *Triaenophorus nodulosus*, *Proteocephalus percae*, *Camallanus lacustris*. Здесь проявляется интересная зависимость – парадокс Шульмана. Суть его состоит в том, что в дистрофированных озерах при общем обеднении рачкового планктона наблюдается большая зараженность рыб-планктофагов теми паразитами, жизненный цикл которых протекает при участии планктонных (веслоногих) рачков, по сравнению с эвтрофированными озерами с богатым зоопланктоном. Причиной этого феномена служит избирательное питание рыб (элективность питания), предпочитающих питаться ветвистоусыми рачками даже тогда, когда веслоногих рачков очень много. Изменения, произошедшие в экосистеме Выгозера, были связаны с дистрофикацией водоема после его зарегулирования.

Остановимся на изменениях фауны паразитов рыб Онежского озера, происшедших через большой промежуток времени. Паразитофауна рыб Онежского озера в 1932–1934 годах была исследована Г. К. Петрушевским [9]. Повторные исследования были проведены спустя полвека [12], [10], [11].

Наибольшие изменения в зараженности рыб паразитами происходят среди представителей боREALьного предгорного фаунистического комплекса. У некоторых видов, составляющих этот комплекс, отмечена тенденция к снижению численности. Так, если в районе Шалы нематода *Rhabdochona denudate* ранее была неоднократно отмечена у сига, то нами она вообще не была обнаружена.

Изменилась зараженность рыб паразитами арктического комплекса (табл. 2). Из паразитов с прямым циклом развития тенденцию к снижению

инвазированности рыб обнаруживают рачки рода *Salmincola*, весьма чувствительные к изменению режима озер. У сиговых стали реже встречаться *S. coregonorum* и *S. etensius*. Единичны находки моногеней *Gyrodactylus lavareti*. Очевидно, исчезла (или находится на грани исчезновения) реликтовая пиявка *Acanthodella peledina*. Она отсутствовала и в сборах Г. К. Петрушевского, проведенных в 1930-х годах. Однако в начале века *A. peledina* в Онежском озере отмечалась. Этот вид сохранялся в водоеме как ледниковый реликт до тех пор, пока сохранялся его ультраолиготрофный статус.

Тенденция к уменьшению численности проявляется у многих паразитов со сложным циклом развития. Среди них можно назвать трематод *Crepidostomum farionis* и *Phyllodistomum simile*. Эти виды паразитов в своем развитии связаны с животными-хозяевами, приуроченными к литорали. Именно здесь, в отдельных изолированных участках (губах), в первую очередь начинаются процессы эвтрофирования, приводящие к перестройке фауны.

Зараженность рыб цестодами *Diphyllobotrium ditremum* и *D. dendriticum*, развивающимися при участии планктонных раков, снижается. Данные виды сравнительно лабильны и являются одними из тех немногих представителей арктического пресноводного комплекса, которые дольше других сохраняются в озерах при их эвтрофикации и дистрофикации.

Интерес представляет тот факт, что некоторые виды арктического пресноводного комплекса за длительный промежуток времени не только не проявили тенденции к уменьшению своей численности, а наоборот, увеличили ее. Из паразитов с прямым циклом развития выделяется моногеней *Discocotyle sagittata*. Среди паразитов со сложным циклом развития, дающих увеличение инвазированности рыб, можно назвать две группы. К первой относятся виды паразитов, связанные в своем развитии с зоопланктоном. Это цестоды *Proteocephalus exiguus*, *Triaenophorus crassus*, *Eubotrium salvelini*. Увеличение их численности является отражением тех сдвигов, которые происходят в развитии зоопланктона. Его продуктивность с эвтрофикацией отдельных губ (заливов) возрастает, и роль в питании рыб естественно увеличивается. При этом наблюдается усиление зараженности рыб, в первую очередь планктофагов, теми паразитами, жизненный цикл которых протекает при участии веслоногих ракообразных. Такая зависимость, на наш взгляд, устанавливается на первых этапах эвтрофикации в рамках озер олиготрофного типа. Однако в эвтрофированных озерах начинает действовать другая закономерность (парадокс Шульмана), когда количественные показатели развития зоопланктона растут, а зараженность рыб паразитами, связанными с ним, падает.

Вторую группу паразитов арктического пресноводного комплекса, обуславливающих повышение зараженности рыб, образуют виды, связанные в жизненном цикле с зообентосом. Среди них

выделяются те представители, которые развиваются при участии реликтовых раков. Это нематода *Cystidicola farionis*, скребень *Echinorhynchus salmonis* и цестода *Cyathocephalus truncatus*. Так, в 1932 году на одну исследованную рыбу приходилось в среднем 3,6 экземпляра *C. farionis*. В 1980 году эта цифра возросла до 7,6. Для *E. salmonis* эти показатели составили соответственно 24 и 40 экземпляров. Судя по зараженности ими, можно предположить, что в Онежском озере, по крайней мере в отдельных его районах, за прошедшие несколько десятилетий произошло нарастание численности реликтовых ракообразных, в частности понтопореи, которая служит первым промежуточным хозяином. Это вполне согласуется с последними данными [8].

Таким образом, на первых этапах развития олиготрофных озер рост трофии стимулирует увеличение биомассы, в том числе за счет некоторых представителей арктического пресноводного комплекса. В результате этого количественные показатели зараженности рыб данными паразитами за длительный многолетний промежуток времени возросли. Однако нарастание зараженности происходит только до тех пор, пока данный олиготрофный водоем не переходит в новое качественное состояние – эвтрофированный тип.

Рассмотрим изменения зараженности рыб паразитами, представляющими бореальный равнинный комплекс. Из ракообразных можно назвать *Argulus foliaceus*, численность которого возросла. В отношении других раков, представляющих данный комплекс, существенных изменений не отмечено. Это касается, в частности, *Ergasilus sieboldi*. Как известно, в олиготрофных озерах Кончезеро и Пертозеро резко возросла численность этого рачка. Онежское озеро, по сравнению с данными водоемами, менее продвинулось по пути эвтрофикации. По-видимому, *E. sieboldi* получает широкое распространение лишь на более поздних этапах эвтрофирования озер олиготрофного типа.

Зараженность паразитами со сложным циклом развития может быть непосредственно связана с изменением численности их промежуточных хозяев – представителей зоопланктона и зообентоса. Продуктивность зоопланктона по мере эвтрофикации озер олиготрофного типа возрастает, и роль его в питании рыб естественно увеличивается. В связи с этим может наблюдаться усиление зараженности рыб, в первую очередь планктофагов, теми паразитами, жизненный цикл которых протекает при участии веслоногих ракообразных (*Proteocephalus*, *Triaenophorus*, *Camallanus*).

Интерес представляют многолетние изменения зараженности рыб трематодами. У трематод отчетливо выражена тенденция к увеличению численности (*Diplostomum spathaceum*, *Ichthyocotylurus pileatus*). Непосредственной причиной служит возрастание численности промежуточных хозяев этих паразитов – брюхоногих моллюсков.

Наряду с обогащением фауны трематод происходит и ее обеднение. Реже стали встречаться *Rhipidocotyle campanula*. Сокращение численности *R. campanula* может быть вызвано уменьшением количества моллюсков *Anodonta*. С этим же связано ослабление зараженности рыб глехидиями.

За длительный промежуток времени произошли изменения в зараженности рыб нематодами *Raphidascaris acus*. Их численность увеличилась. Возможно, что для *R. acus* эта тенденция проявляется только в условиях начального эвтрофирования олиготрофных озер. Дальнейшее эвтрофирование может отрицательно сказываться на развитии паразита. Во всяком случае, в наиболее эвтрофированных озерах мы сталкиваемся со снижением численности этого вида.

Многочисленные примеры, изложенные выше, дают нам основание судить о том, что в Онежском озере за длительный многолетний период времени, составляющий пять десятилетий, наметились определенные изменения фауны паразитов рыб. Касаются они преимущественно количественного состава.

Таблица 2
Изменения зараженности паразитами
сиговых рыб Онежского озера
(район пос. Шала)

Вид паразита	Сиг		Ряпушка	
	Год		Год	
	1932–1934	1978	1932–1934	1978
<i>Henneguya zschokkei</i>	13 (+)	7 (+)	–	–
<i>Discocotyle sagittata</i>	13 (0.1)	60 (2.4)	7 (0.1)	30 (0.6)
<i>Triaenophorus crassus</i>	–	7 (0.1)	–	27 (0.3)
<i>Cyathocephalus truncatus</i>	7 (0.7)	27 (1.1)	–	–
<i>Diphyllbothrium ditremum</i>	–	–	60 (1.6)	13 (0.1)
<i>Proteocephalus exiguus</i>	87 (10.0)	87 (24.3)	92 (14.0)	67 (4.0)
<i>Phyllodistomum conostomum</i>	27 (1.1)	47 (1.4)	27 (0.8)	53 (1.6)
<i>Crepidostomum farionis</i>	13 (0.7)	13 (0.1)	–	–
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	27 (0.8)	33 (2.0)	7 (0.2)	13 (0.3)
<i>Diplostomum spathaceum</i>	67 (13.0)	100 (10.0)	100 (14.0)	30 (0.9)
<i>Raphidascaris acus</i>	53 (2.1)	60 (7.2)	7 (0.1)	13 (0.1)
<i>Rhabdochona denudata</i>	27 (0.3)	–	–	–
<i>Cystidicola farionis</i>	47 (4.7)	87 (16.5)	–	–
<i>Echinorhynchus salmonis</i>	73 (74.0)	100 (150.0)	–	80 (2.4)
<i>Ergasilus sieboldi</i>	27 (0.1)	7 (0.1)	20 (0.2)	–
<i>Salmincola coregonorum</i>	33 (0.7)	20 (0.2)	–	–
<i>S. extensus</i>	47 (0.9)	20 (0.2)	–	–
<i>Argulus foliaceus</i>	–	13 (0.9)	–	–

Паразитофауна сига Ладожского озера (табл. 3), исследованного в северной части водоема (район о. Мантсинсаари) [5], насчитывает в своем составе более 20 видов паразитов и сходна, в общем, с таковой сига Онежского озера. Основу ее составляют виды, широко распространенные у сиговых в крупных олиготрофных озерах, такие как *Cyathocephalus truncatus*, *Ichthyocotylurus erraticus*, *Cystidicola farionis*, *Echinorhynchus salmonis*. Эти паразиты обеспечивают в водоеме сравнительно высокие показатели зараженности рыб. Мы провели сравнение полученных нами данных по паразитам сига с таковыми А. Ф. Барышевой и О. Н. Бауера [3]. В отличие от Онежского озера, здесь за многолетний период не выражена тенденция увеличения численности паразитов (*C. farionis*, *E. salmonis*), в цикле развития которых участвуют реликтовые раки. Не стали чаще встречаться и такие эктопаразиты, как *Discocotyle sagittata*, *Ergasilus sieboldi*, *Salmincola extensus* и др. Незначительная тенденция к увеличению зараженности сига проявляется лишь у *Diplostomum spathaceum* и *Raphidascaris acus*. В целом же у большей части паразитов не удалось выявить каких-либо определенных изменений за длительный промежуток времени. Судя по паразитологическим данным, северная акватория водоема, возможно, испытывает определенную эвтрофикацию, которая может быть усилена антропогенным воздействием. Отличительной особенностью паразитофауны сиговых рыб Ладожского озера является присутствие в ее составе скребней рода *Corynosoma*, которых нет в Онежском озере.

Обратимся к озерам эвтрофированного типа. Паразитофауна рыб Сямозера исследована многими авторами [14], [4], [6]. За последние десятилетия в нем нарастают процессы эвтрофикации, снизились численность и биомасса зообентоса, но одновременно возросла роль зоопланктона в питании рыб. Численность ряпушки сократилась, произошло расселение корюшки. В результате изменений, произошедших в экосистеме водоема, паразитофауна рыб претерпела существенные изменения. В числе первых из состава фауны водоема исчезли рачки *Salmincola* и скребни *Echinorhynchus salmonis*. Далее последовало выпадение из состава паразитофауны сига и ряпушки других видов паразитов, представляющих арктический пресноводный комплекс (*Chloromyxum coregoni*, *Henneguya zschokkei*, *Discocotyle sagittata*, *Cyathocephalus truncatus*, *Crepidostomum farionis*, *Cystidicola farionis*, *Cucullanus truttae*, *Rhabdochona denudata*) (табл. 4). Недавние исследования О. В. Новохацкой [6] подтверждают это.

Возросла зараженность сига цестодами, жизненный цикл которых связан с зоопланктоном. К их числу относятся *Triaenophorus crassus*, *Proteocephalus exiguus*, *Diphyllbothrium dendriticum*. Это было вызвано переходом сига от преимущественно бентосного питания к зоопланктонному. Возросла инвазированность сига и ря-

пушки трематодами *Diplostomum spathaceum* и *Ichthyocotylurus erraticus*, жизненный цикл которых связан с брюхоногими моллюсками.

Таблица 3
Изменения зараженности паразитами
сига Ладожского озера

Вид паразита	Район о. Мантсинсаари	
	Год	
	1947	1993
<i>Henneguya zschokkei</i>	3 (+)	–
<i>Discocotyle sagittata</i>	60 (1.2)	53 (2.7)
<i>Triaenophorus crassus</i>	–	13 (0.2)
<i>Cyathocephalus truncatus</i>	27 (0.4)	33 (1.3)
<i>Proteocephalus exiguus</i>	40 (+)	20 (2.2)
<i>Phyllodistomum conostomum</i>	13 (1.1)	27 (2.3)
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	33 (1.2)	87 (6.2)
<i>Diplostomum spathaceum</i>	27 (+)	80 (10.0)
<i>Raphidascaris acus</i>	3 (+)	33 (1.9)
<i>Cystidicola farionis</i>	66 (19.0)	27 (1.5)
<i>Echinorhynchus salmonis</i>	93 (177.0)	93 (95.0)
<i>Ergasilus sieboldi</i>	7 (0.07)	7 (0.1)
<i>Salmincola coregonorum</i>	30 (0.2)	33 (0.6)
<i>S. extensus</i>	23 (0.1)	–
<i>S. extumescens</i>	7 (0.1)	7 (0.1)

Таблица 4
Изменения зараженности паразитами
сига Сямозера

Вид паразита	Год			
	1954–1956	1973–1975	1981	1991
<i>Chloromyxum coregoni</i>	7 (+)	–	–	–
<i>Henneguya zschokkei</i>	–	1.3 (+)	–	–
<i>Discocotyle sagittata</i>	40 (3.1)	7 (0.1)	–	–
<i>Triaenophorus crassus</i>	33 (0.5)	65 (2.2)	34 (1.5)	87 (4.8)
<i>Diphyllbothrium dendriticum</i>	13 (0.1)	70 (7.9)	43 (2.4)	93 (15.3)
<i>Diphyllbothrium ditremum</i>	13 (0.2)	–	–	–
<i>Proteocephalus exiguus</i>	40 (0.9)	85 (41.6)	86 (29.9)	100 (31.7)
<i>Phyllodistomum conostomum</i>	–	10 (0.4)	31 (1.7)	7 (0.2)
<i>Crepidostomum farionis</i>	7 (2.5)	–	–	–
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	87 (19.0)	70 (3.2)	97 (18.6)	100 (63.7)
<i>Tyloodelphys clavata</i>	53 (9.0)	–	6 (0.5)	7 (0.2)
<i>Diplostomum spathaceum</i>	40 (1.2)	30 (0.9)	65 (1.2)	100 (8.6)
<i>Raphidascaris acus</i>	–	18 (0.5)	11 (0.2)	60 (2.3)
<i>Rhabdochona denudata</i>	7 (0.1)	–	–	–
<i>Camallanus lacustris</i>	–	3 (0.02)	–	–
<i>C. truncatus</i>	7 (0.1)	–	–	–
<i>Acanthocephalus lucii</i>	13 (0.1)	–	–	–
<i>Glochidium</i>	13 (0.1)	–	–	–
<i>Ergasilus sieboldi</i>	–	–	–	40 (1.4)

Все происшедшие изменения фауны паразитов рыб Сямозера связаны с усилившимся процессом эвтрофикации водоема. По крайней мере, в наиболее эвтрофированных озерах (Святозеро, Крошнозеро) эти виды паразитов, представляющие арктический пресноводный комплекс, не встречаются.

Изменение трофических взаимоотношений, которые складываются между отдельными видами рыб и других хозяев, естественно, не может не отразиться на составе паразитов и зараженности ими. Известно, что причиной ослабления зараженности щуки Сямозера цестодой *Triaenophorus crassus* и усиления зараженности *T. nodulosus* явилось изменение состава пищи [14]. Сиг и ряпушка – вторые промежуточные хозяева *T. crassus* – исчезли из рациона питания, и на смену им пришли корюшка и окуневые, служащие вторыми промежуточными хозяевами *T. nodulosus*.

На примере Сямозера становится очевидно, что в мезотрофных озерах эвтрофированного типа по мере дальнейшего роста эвтрофикации происходят существенные перестройки фауны паразитов рыб: перераспределяются доминирующие виды, изменяется интенсивность заражения паразитами, что обусловлено перестройками в трофических циклах рыб. Изменения фауны паразитов рыб за длительный многолетний промежуток времени, затрагивающие представителей бореального равнинного комплекса, носят преимущественно количественный характер. Численность паразитов, связанных с зоопланктоном, как правило, увеличивается, а паразитов, связанных с бентосом, наоборот, уменьшается. В последние годы в фауне Сямозера наметились некоторые изменения, вызванные процессом деэвтрофикации [6].

Спустя 25–27 лет после первых работ С. С. Шульмана [14] проведено повторное исследование паразитов сига и ряпушки Крошнозера. Уже в то время Крошнозеро было одним из наиболее эвтрофированных водоемов. За прошедшие десятилетия в нем произошли большие изменения, преимущественно в направлении загрязнения хозяйственно-бытовыми стоками, увеличения содержания биогенов, ухудшения газового режима и усиления однообразия зообентоса. Арктический пресноводный комплекс паразитов рыб в этом водоеме выражен слабее, чем в Сямозере. Здесь отсутствуют *Henneguya zschokkei*, *Discostyle sagittata*, рачки рода *Salmincola* и ряд других паразитов, специфичных для сиговых рыб. Этот комплекс представлен всего лишь несколькими более эврибионтными видами – *Diphyllbothrium dendriticum*, *Proteocephalus exiguus*, *Ichthyocotylurus erraticus*. Зараженность рыб некоторыми паразитами испытывает тенденцию к уменьше-

нию. Так, инвазия сига и ряпушки метацеркарией *Ichthyocotylurus erraticus* резко упала, а трематода *Phyllodistomum conostomum* вовсе не была обнаружена. В данном случае мы сталкиваемся с интересным явлением: на наших глазах исчезают некоторые более stenothermные виды паразитов. Тенденция к увеличению численности проявляется лишь у немногих бореальных видов (*Diplostomum spathaceum*) (табл. 5).

Таблица 5
Изменение зараженности паразитами
сиговых рыб Крошнозера

Вид паразита	Сиг		Ряпушка	
	Год		Год	
	1981	1988	1954	1981
<i>Capriniana piscium</i>	–	33 (0.7)	–	–
<i>Tripartiella copiosa</i>	–	20 (0.1)	–	–
<i>Triaenophorus crassus</i>	–	47 (3.7)	–	–
<i>Diphyllbothrium dendriticum</i>	13 (0.1)	7 (0.1)	–	–
<i>Proteocephalus exiguus</i>	100 (65.0)	100 (38.0)	27 (5.3)	40 (1.6)
<i>Phyllodistomum conostomum</i>	–	–	47 (1.6)	–
<i>Ichthyocotylurus erraticus</i>	100 (23.0)	33 (5.3)	80 (4.8)	7 (0.3)
<i>Diplostomum spathaceum</i>	100 (17.0)	100 (32.0)	7 (0.1)	67 (4.0)

В целом наблюдения над паразитофауной рыб в озерах разного типа (олиготрофный, эвтрофированный) показали, что зараженность рыб паразитами за длительный многолетний период претерпевает изменения. Основной контингент паразитов остается постоянным из года в год, однако это не исключает изменений качественного состава фауны. В первую очередь исчезают некоторые редко встречающиеся виды паразитов бореального предгорного и арктического пресноводного комплексов. Зараженность рыб паразитами (численность видов) изменяется в большей или меньшей степени под влиянием условий, связанных с типологией водоемов и принадлежностью паразитов к тому или иному фаунистическому комплексу. Происходящие изменения фауны отражают различные стороны развития озер по пути эвтрофикации и дистрофикации. В сравнительно стабильных озерных экосистемах, какими являются крупные олиготрофные озера, изменения фауны паразитов рыб за длительный промежуток времени оказываются в целом не столь значительными и носят преимущественно количественный характер. Чем быстрее происходит дистрофикация и эвтрофикация озер, тем резче эти изменения выражены.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Александров Б. М., Макарова Е. Ф., Смирнов А. Ф. Озеро Выгозеро // Озера Карелии: Справочник. Петрозаводск, 1959. 620 с.
2. Аникиева Л. В. Использование гельминтологических данных при оценке состояния водоема // Экология паразитических организмов в биогеоценозах Севера. Петрозаводск, 1982. С. 72–83.
3. Барышева А. Ф., Бауер О. Н. Паразиты рыб Ладожского озера // Изв. ВНИОРХ. 1957. Т. 42. С. 175–226.
4. Малахова Р. П., Иешко Е. П. Изменение паразитофауны рыб Сямозера за прошедшие 20 лет // Сямозеро и перспективы его рыбохозяйственного использования. Петрозаводск: Изд. Карел. НЦ РАН, 1977. С. 185–199.
5. Мамонтова О. В. Паразитофауна лососевидных рыб Ладожского озера // Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 28 с.
6. Новохацкая О. В. Паразитофауна рыб эвтрофируемых озер: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. СПб., 2008. 26 с.
7. Нагибина Л. Ф. Паразитофауна рыб «Нового Выгозера» // Изв. ВНИОРХ. 1957. Т. 42. С. 132–145.
8. Онежское озеро: Экологические проблемы / Под ред. Н. Н. Филатова. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 1999. 294 с.
9. Петрушевский Г. К. Материалы по паразитологии рыб Карелии. 2. Паразиты рыб Онежского озера // Ученые записки Ленингр. гос. пед. ин-та. 1940. Т. 30. С. 133–186.
10. Румянцев Е. А. Эволюция фауны паразитов рыб в озерах. Петрозаводск: Изд. Карел. НЦ РАН, 1996. 188 с.
11. Румянцев Е. А. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 250 с.
12. Румянцев Е. А., Пермяков Е. В., Алексеева Е. Л. Паразитофауна рыб Онежского озера и ее многолетние изменения // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. Вып. 216. Л., 1984. С. 117–133.
13. Рыбак В. Ф. Формирование паразитофауны рыб Выгозерского водохранилища // Экология паразитических организмов в биогеоценозах Севера. Петрозаводск, 1982. С. 59–72.
14. Шульман С. С. Паразитофауна рыб Сямозерской группы озер // Труды Сямозерской комплексной экспедиции. Т. 2. Петрозаводск, 1962. С. 173–244.
15. Шульман С. С., Рыбак В. Ф. Изменения паразитофауны рыб Пертозера и Кончезера за длительный промежуток времени // Труды Карельского филиала АН СССР. Вопросы паразитологии Карелии. 1961. Т. 30. С. 24–54.

ПЕТР ГЕННАДЬЕВИЧ ЗАВODOВСКИЙ

старший преподаватель кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ
petr1483@mail.ru

РЕСУРСНОЕ ЗНАЧЕНИЕ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ БАЗИДИОМИЦЕТОВ ВОДЛОЗЕРСКОГО НАЦИОНАЛЬНОГО ПАРКА

Изучено биологическое разнообразие афиллофороидных грибов. Приведены данные о ресурсном значении афиллофороидных базидиомицетов.

Ключевые слова: афиллофороидные базидиомицеты, лесные экосистемы Водлозерского национального парка, субстрат, тип гнили, ресурсное значение

В современных социально-экономических условиях в России происходит резкое увеличение потребления населением дикорастущей продукции, прежде всего грибов, ягод и лекарственных растений. Это приводит к осознанию необходимости рационального неистощительного использования этих ресурсов [8].

Если пищевому значению шляпочных грибов в Республике Карелия посвящено большое число статей [19], [25], [26], [27], то по использованию афиллофороидных гименомицетов на территории Водлозерского парка не известно еще ни одной работы.

Поэтому целью настоящей публикации является анализ ресурсного значения афиллофороидных базидиомицетов.

Грибы-базидиомицеты встречаются в основном в тех лесах, где существует наиболее благоприятная среда для их развития и распространения [21]. Наибольшее видовое разнообразие афиллофороидных грибов характерно для перестойных, мало затронутых интенсивной хозяйственной деятельностью лесных фитоценозов, что в значительной мере

связано с наличием здесь большого количества мертвой древесины – субстрата для развития этих грибов [16].

Водлозерский парк проектировался и развивался в полном соответствии с принятой в 1995 году Севильской стратегией и в 2001 году первым среди парков России вошел во всемирную сеть биосферных резерватов UNESCO [22].

Исследуемая территория Водлозерского парка (62°21' с. ш. и 36°51' в. д.) занимает обширные территории в бассейне оз. Водлозеро и реки Илексы, где еще сохранились крупные лесные массивы, не нарушенные деятельностью человека. Более 10 % территории занято озерами и реками. Типичный ландшафт болот и заболоченных лесов, сформировавшийся на древней озерно-ледниковой равнине, представлен на большей части бассейна реки Илексы. Район исследования расположен на стыке северной и средней подзон тайги и отличается большим разнообразием лесных, лесоболотных, болотных, водноболотных и водных экосистем, отражающих природные особенности таежной зоны Европейского Севера России. Болота являются неотъем-

лемым компонентом природных ландшафтов и занимают 191 тыс. га [2].

Около 50 % площади парка занято лесами. На большей части территории Водлозерья (свыше 90 %) преобладает растительность, связанная со среднетаежными старовозрастными зеленомошными хвойными древостоями. Доминируют еловые сфагновые и долгомошные заболоченные леса в сочетании с ельниками зеленомошными. Сообщества, характерные для северной тайги, представлены ельниками воронично-черничными и сосняками багульниково-сфагновыми, произрастающими в основном в верховьях реки Илексы [24]. Экологический спектр еловых лесов широк и представлен 9 типами леса: от бедных сфагновых до самых производительных (кисличных). Для ельников характерно абсолютное преобладание черничного типа (67,2 %). Второе место занимают долгомошники (23,1 %). Остальные типы леса представлены незначительно [1]. В то же время на значительной части островов оз. Водлозера доминируют производные лесные экосистемы: березняки, осинники, ивняки. Это связано с интенсивной антропогенной нагрузкой, которую испытывали лесные экосистемы островов в течение XIX – начала XX века.

Исследование афиллофороидных базидиомицетов проводилось: в окрестностях д. Куганаволок; в окрестностях кордонов Пильмасозеро, Бостилово и турбазы Охтома; на побережьях рек Сухая Водла, Новгуда, Илекса; на островах оз. Водлозеро: Валгостров, Великостров, Ильинский погост, Канзанаволок, Колгостров, Пелгостров, Марь, Охтомостров, Рагуново, Шендома, Шуйостров в 2002–2008 годах.

На указанных территориях проводился сбор афиллофороидных макромицетов по методике составления гербария грибов [14]. Идентификация видов афиллофороидных базидиомицетов проводилась по определителям [4], [5], [16], [17], [28], [29], [30].

В результате проведенных исследований установлено, что в лесных экосистемах Водлозерского парка растет 205 видов афиллофороидных базидиомицетов, относящихся к 97 родам, 35 семействам и 12 порядкам.

Ресурсное значение грибов состоит в употреблении их в качестве пищевых продуктов и лекарственных препаратов. Согласно пункту 1 статьи 11 Лесного кодекса Российской Федерации от 4 декабря 2006 года, «граждане имеют право свободно и бесплатно пребывать в лесах и для собственных нужд осуществлять заготовку и сбор дикорастущих плодов, ягод, орехов, грибов, других пригодных для употребления в пищу лесных ресурсов (пищевых лесных ресурсов), а также недревесных лесных ресурсов» [15].

В результате наших исследований и анализа литературных источников установлено, что на территории Водлозерья 12 видов афиллофороидных грибов потенциально могут использоваться местным населением в качестве пище-

вых ресурсов, а также в медицинских целях. Следует отметить, что в настоящее время официально рекомендован для использования выпускаемый отечественной промышленностью препарат «Бефунгин» – экстракт чаги. Использование других видов афиллофороидных грибов в медицинских целях пока находится на стадии изучения. Поэтому давать какие-либо конкретные рекомендации по их лекарственному использованию без официального подтверждения автор считает преждевременным.

В пункте 3 статьи 11 Лесного кодекса сказано: «Гражданам запрещается осуществлять заготовку и сбор грибов и дикорастущих растений, виды которых занесены в Красную книгу Российской Федерации, красные книги субъектов Российской Федерации, а также грибов и дикорастущих растений, которые признаются наркотическими средствами в соответствии с Федеральным законом от 8 января 1998 года № 3-ФЗ «О наркотических средствах и психотропных веществах»». Из 12 видов афиллофороидных грибов для нужд местного населения не могут использоваться только *Hericium coralloides* (Scop.: Fr.) Pers. и *Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst., так как данные виды включены в Красную книгу Республики Карелия [13].

СПИСОК ВИДОВ АФИЛЛОФОРОИДНЫХ ГРИБОВ, КОТОРЫЕ ПОТЕНЦИАЛЬНО МОГУТ БЫТЬ ИСПОЛЬЗОВАНЫ В ПИЩЕВЫХ И ЛЕКАРСТВЕННЫХ ЦЕЛЯХ

- 1 *Albatrellus ovinus* (Schaeff.: Fr.) Kotl. et Pouzar (альбатреллус овечий) – кордон Пильмасозеро, о. Канзанаволок, о. Марь, о. Охтом, о. Рагуново, о. Шендема, о. Шуйостров, р. Вама. Почва. Хороший съедобный гриб [17; 28]. В литературе имеются сведения, что данный гриб лучше всего употреблять в молодом возрасте в виде котлет [10].
- 2 *Cantharellus cibarius* Fr. (лисичка обыкновенная) – на континенте и о. Колгостров, о. Канзанаволок, о. Марь. Почва. Мг. MR – мз. Съедобен. Содержит 8 незаменимых аминокислот и витамин А [6].
- 3 *Fomes fomentarius* (L.: Fr.) J. Kickx (трутовик настоящий) – гриб встречается по всей территории Водлозерского парка на *Betula pubescens*. Содержит противоопухолевые вещества (подавляет рост опухолей у мышей на 80 %). В медицине может применяться как кровоостанавливающее средство, а также при гастрите, геморрое, раке желудка и пищевода [23; 6].
- 4 *Fomitopsis pinicola* (Sw.: Fr.) P. Karst (трутовик окаймленный) – гриб встречается по всей территории Водлозерского парка на *Pinus sylvestris* L., *Picea abies* (L.) Karst., *Larix sibirica* Ldb., *Betula pubescens* Ehrh., *Alnus incana* (L.) Moench. В медицине отвар этого гриба применяется как хорошее слабитель-

- ное средство [23]. Гриб содержит противоопухолевые вещества, подавляющие рост опухолей у белых мышей на 51 %. В Северной Америке трутовик окаймленный используют при лечении скачкообразной лихорадки, хронической диареи, дизентерии, желтухи, а также как кровоостанавливающее и рвотное средство для очищения желудка, при чрезмерном мочеиспускании [6].
- 5 *Ganoderma lipsiense* (Batsch) G. F. Atk. (трутовик плоский) – на большинстве островов и в континентальных лесных экосистемах (кордон Пильмасозеро, р. Сухая Водла, Бостилово). На *Betula pubescens* и *Populus tremula*. Исследования показали, что трутовик плоский содержит вещества, повышающие общий тонус организма, снимает усталость и сонливость [23]. В Китае используется горяче-водный экстракт плодовых тел при лечении рака пищевода, ревматического туберкулеза для уменьшения мокроты, как болеутоляющее и жаропонижающее средство. Хороший лечебный эффект наблюдается при суточной дозе примерно 2–5 г порошка [6].
 - 6 *Ganoderma lucidum* (Fr.) P. Karst. (трутовик лакированный) – о. Великостров. На *Alnus incana*. Гриб используют в народной медицине Востока свыше 2000 лет. В Японии его называют «божественный гриб» или «гриб бессмертия». Учеными Китая, Японии и Вьетнама разработаны способы культивирования гриба на специальных плантациях. Лечебные свойства трутовика лакированного изучаются в ведущих медицинских учреждениях Японии, США, Франции и Канады [3]. Гриб обладает сильными иммуномодулирующими свойствами, способен оказывать противоопухолевое, противовирусное действие, эффективен в отношении заболеваний сердечно-сосудистой, дыхательной, желудочно-кишечной, нервной систем. В медицине с помощью отвара из трутовика лакированного снимают воспаление десен [23]. Ценнейшее лекарственное средство Дальнего Востока для борьбы с сердечно-сосудистыми заболеваниями, стрессом и аллергией, не имеющее побочных эффектов. В Китае гриб называют «грибом долголетия» [6]. Биомассу гриба используют при создании различных функциональных продуктов, энерготоников, косметических средств. Носителями биологически активных свойств *Ganoderma lucidum* являются преимущественно углеводы, в основном гликаны [20]. Данный вид включен в Красную книгу Республики Карелия со статусом 3 (VU).
 - 7 *Hericium coralloides* (Scop.: Fr.) Pers. (ежевик коралловидный) – Бостилово, р. Вама. На *Betula pubescens* и *Populus tremula*. Гриб широко используется в китайской медицине при неврастении и общей ослабленности. Гриб способствует улучшению пищеварения, лечит гастрит и язву желудка [6]. Вид был занесен в Красную книгу Карелии [12] и Красную книгу РСФСР [11]. В настоящее время занесен в Красную книгу Республики Карелия [13] со статусом 3 (NT).
 - 8 *Inonotus obliquus* (Pers.: Fr.) Pilát (трутовик скошенный, чага) – повсеместно в лесных экосистемах. На *Betula pendula* и *Betula pubescens*. Чага известна в медицине как тонизирующее и профилактическое средство против рака. Отечественная промышленность выпускает препарат «Бефунгин» – полугустой экстракт чаги. Его используют при лечении хронических гастритов, дискинезиях желудочно-кишечного тракта с преобладанием атонии. Настой чаги употребляется при анацидных гастритах и при опухолях как общеукрепляющее средство [23; 18]. В списке заслуг чаги большое количество побед над такими болезнями, как хронические гастриты, опухоли желудка, легких и других органов, псориаз, экзема, пародонтоз. Большой спектр возможностей чаги обусловлен комплексом веществ, которые она содержит. Флавоноиды повышают прочность капилляров и удаляют радиоактивные вещества из организма. Алкалоиды регулируют сердечную деятельность и дыхание. Фенольные соединения обладают желчегонным и противовоспалительным действием [18; 9].
 - 9 *Pleurotus pulmonaris* (Fr.) P. Kumm (вешенка легочная) – о. Великостров, о. Шендема, о. Шуйостров. На *Alnus incana* и *Salix caprea*. Съедобен. Содержит протеолитические ферменты, противоопухолевые вещества, антибиотики, обладающие антивирусными свойствами. В Китае используется для лечения ломоты в суставах. Споровая пыль в массе вызывает аллергию [6]. Вешенку можно выращивать в культуре [26]. На данный момент вешенка является наиболее популярным и доступным, после шампиньона (*Agaricus bisporus*), культивируемым грибом [7]. Может быть использована в пищу, так как она достаточно часто встречается во вторичных лесных экосистемах по берегам вышеуказанных островов.
 - 10 *Phellinus igniarius* (L.: Fr.) Quél. (ложный трутовик) – встречается повсеместно в березняках на территории Водлозерского парка. На *Betula pendula*, *Betula pubescens*, *Alnus incana*, *Populus tremula*. В литературе есть сведения, что в медицине плодовые тела трутовика ложного используют в качестве противоопухолевого средства [23].
 - 11 *Piptoporus betulinus* (Bull.: Fr.) P. Karst. (пиптопорус березовый) – гриб встречается по всей территории Водлозерского парка на *Betula pubescens*. Вытяжки из плодовых тел гриба оказывают активное противоопухолевое действие. Выделенная из березовой губки полипореновая кислота обладает проти-

вовоспалительным действием, не уступающим по силе кортизону. Полипореновая кислота обладает и антибиотическим действием [23]. Гриб разрушает древесину до такой степени, что ее можно растереть в порошок. В Швейцарии этот порошок используют для полировки деталей часов [6].

- 12 *Polyporus squamosus* Huds.: Fr. (полипорус чешуйчатый) – кордон Пильмасозеро,

р. Новгуда, р. Вама, о. Колгостров, о. Охтом. На *Populus tremula*. Съедобен [25]. Содержит высокомолекулярные полиеновые фосфолипиды, убихиноны, витамины А, F, B₁, B₂, B₁₂, D, H, ферменты. Вытяжка из этого гриба используется наружно в виде мази, применяемой для лечения остеохондроза, артроза, варикозного расширения вен, тромбоза, воспаления в суставах [6].

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ананьев В. А., Раевский Б. В., Грабовик С. И. Коренные еловые леса Национального парка «Водлозерский»: структура, динамика и состояние // Водлозерские чтения: Естественнаучные и гуманитарные основы природоохранной, научной и просветительской деятельности на охраняемых природных территориях Русского Севера: Материалы науч.-практ. конф., посвящ. 15-летию Национального парка «Водлозерский». Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2006. С. 88–93.
2. Антипин В. К. Болота Национального парка «Водлозерский»: разнообразие, мониторинг, использование // Структура и динамика природных экосистем и формирование народной культуры на территории НП «Водлозерский»: Материалы отчетной конф. о науч. деят. НП «Водлозерский» по итогам 2002–2004 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 26–30.
3. Бабицкая В. Г., Щерба В. В., Пучкова Т. А. Физиологически активные соединения ксилотрофных базидиомицетов // Биология, систематика и экология грибов в природных экосистемах и агрофитоценозах: Материалы междунар. науч. конф. (20–24 сентября 2004 г.). Минск, 2004. С. 24–28.
4. Бондарцева М. А., Пармasto Э. Х. Определитель грибов СССР. Порядок афиллофоровые. Л.: Наука, 1986. Вып. 1. 192 с.
5. Бондарцева М. А. Определитель грибов России. Порядок афиллофоровые. СПб.: Наука, 1998. Вып. 2. 391 с.
6. Булах Е. М. Грибы – источник жизненной силы. Владивосток: Русский остров, 2001. 64 с.
7. Гарибова Л. В., Завьялова Л. А., Инсарова И. Д. Методологические подходы к изучению макромицетов, используемых в биотехнологиях // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Труды междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы профессора А. С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН (24–28 апреля 2005 г.). СПб., 2005. Т. 1. С. 145–149.
8. Егoшина Т. Л. Недревесные растительные ресурсы и их значение для населения России // Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения: Материалы междунар. конф. 16–18 ноября 2004 г. Киров, 2004. С. 14–16.
9. Заводовский П. Г. Афиллофороидные грибы как важные экологические компоненты в природе и хозяйственной деятельности человека // Пищевые ресурсы дикой природы и экологическая безопасность населения: Материалы междунар. конф. (16–18 ноября 2004 г.). Киров, 2004. С. 52–53.
10. Каламээс К. Наши грибы. Таллин: Валгус, 1979. 144 с.
11. Красная книга РСФСР. Растения. М., 1988. 591 с.
12. Красная книга Карелии / Науч. ред. Э. В. Ивантер, О. Л. Кузнецов. Петрозаводск: Карелия, 1995. 286 с.
13. Красная книга Республики Карелия / Науч. ред. Э. В. Ивантер, О. Л. Кузнецов. Петрозаводск: Карелия, 2007. 368 с.
14. Крутов В. И., Шубин В. И. Составление гербария грибов // Методы полевых и лабораторных исследований растений и растительного покрова. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. С. 11–24.
15. Лесной кодекс Российской Федерации от 4 декабря 2006 г. № 200-ФЗ. 7-е изд. М.: Ось-89, 2007. 80 с.
16. Мухин В. А. Полевой определитель трутовых грибов. Екатеринбург, 1997. 104 с.
17. Ниемеля Т. Трутовые грибы Финляндии и прилегающей территории России. Хельсинки, 2001. 120 с.
18. Полевая М. А. Чага. Как можно победить! СПб.: ИГ «Весь», 2005. 96 с.
19. Предтеченская О. О., Шубин В. И. Особенности биоты агарикоидных грибов лиственных и смешанных лесов Республики Карелия // Материалы 6-й междунар. конф. «Проблемы лесной фитопатологии и микологии» (18–22 сентября 2005 г.). М.; Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 243–246.
20. Смирнов Д. А., Щерба В. В. Угледовный состав глубинного мицелия *Ganoderma lucidum* // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Труды междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы профессора А. С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова РАН (24–28 апреля 2005 г.). СПб., 2005. Т. 2. С. 201–205.
21. Суфиянова Г. Ф., Михайлова В. А. Грибы-макромицеты степных районов Республики Башкортостан // Биология – наука XXI века: 9-я междунар. Пушкинская школа-конференция молодых ученых (18–22 апреля 2005 г.). Пушкино: Пушкинский научный центр РАН, 2005. С. 307.
22. Червяков О. В. Водлозерский парк: поиск нового формационного пути // Структура и динамика природных экосистем и формирование народной культуры на территории НП «Водлозерский»: Материалы отчетной конф. о науч. деят. НП «Водлозерский» по итогам 2002–2004 гг. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2005. С. 6–14.
23. Хмелев К. Ф., Ртищева А. И. Нетрадиционные целители. Воронеж, 1994. 64 с.
24. Хохлова Т. Ю., Антипин В. К., Токарев П. Н. Особо охраняемые природные территории Карелии. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2000. 312 с.
25. Шубин В. И., Крутов В. И. Грибы Карелии и Мурманской области. Л.: Наука, 1979. 107 с.
26. Шубин В. И. Рекомендации по сохранению и повышению урожайности съедобных грибов в естественных условиях. Петрозаводск: Карельский филиал АН СССР, 1985. 28 с.
27. Шубин В. И. Плодоношение макромицетов в березняке разнотравном // Грибы в природных и антропогенных экосистемах: Труды междунар. конф., посвящ. 100-летию начала работы профессора А. С. Бондарцева в Ботаническом институте им. В. Л. Комарова (24–28 апреля 2005 г.). СПб., 2005. Т. 2. С. 327–331.
28. Niemelä T. Käävat puiden sienet. Helsinki, 2005. 320 p.
29. Ryvarden L., Gilbertson R. L. European Polypores. Oslo, 1993. Part 1. P. 1–387.
30. Ryvarden L., Gilbertson R. L. European Polypores. Oslo, 1994. Part 2. P. 388–743.

АНТОН ЕВГЕНЬЕВИЧ КУРИЦЫН

аспирант кафедры зоологии и экологии эколого-биологического факультета ПетрГУ

akuri3@rambler.ru

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОБЪЕКТЫ САДКОВОГО РЫБОВОДСТВА

В статье изложены сведения о наиболее перспективных породах радужной форели для садкового рыбоводства на Европейском Севере. Показаны достоинства и особенности каждой породы.

Ключевые слова: радужная форель, породы Камлоопс, Дональдсона, Рофор, Росталь, Адлер, садки, выращивание, кормление

По современным оценкам, на долю лососевых рыб в мировой аквакультуре приходится около 30 %. Среди различных направлений аквакультуры выращивание рыбной продукции в садках является наиболее перспективным. Об этом свидетельствуют быстрая окупаемость и достаточная экономическая эффективность садкового рыбоводства. Республика Карелия, край озер, по праву занимает лидирующее положение среди других регионов страны. Так, в 2008 году было выращено более 12 тыс. тонн разновозрастной форели. Согласно прогнозу, без существенного вреда для окружающей среды эта цифра может быть увеличена в 2 раза. Однако столь выдающиеся успехи не случайны, и кроме таких определяющих факторов, как чистые глубоководные озера, климатические условия, централизованные поставки высококачественных иностранных кормов, близость рынков Санкт-Петербурга и Москвы, важным является качественный посадочный материал, обеспечивающий существенный прирост в условиях короткого северного лета. Этот фактор зачастую выходит на первое место в работе рыбоводов садковых хозяйств.

В настоящее время основным объектом садкового рыбоводства является радужная форель (*Parasalmo mykiss* Wal.) с многочисленными породами. Как объект рыбоводства она была завезена из Европы в Россию в 1890-х годах [5]. Благодаря высокой пластичности этого вида, возможности скрещивания разных форм и длительной селекции сегодня существует несколько групп, имеющих разное происхождение и отличающихся экстерьерными признаками и показателями. С развитием генетических и биологических методов стимуляции роста и созревания стало возможным получать значительное количество продукции в более короткий сезон. Природная форма в естественных условиях достигает на 1-м году жизни 10–15 г, иногда 40–60 г, на 2-м – 80–100 г, реже – 200–250 г, на 3-м году – 100–1000 г [4], [7]. Половая зрелость наступает на 2–5-м году жизни, чаще в 3–4 года. Плодовитость радужной форели колеблется в пределах 1300–4200 икринок [1].

В настоящее время чистая форма радужной форели в садковом рыбоводстве практически отсутствует. Функционирование форелевых хозяйств в основном осуществляется на селек-

цированных породах этого вида рыб, многие из которых позволяют получать хороший рост рыб и качественную икру. От этих же показателей зависит экономическая эффективность садкового рыбоводства. Поэтому основное внимание рыбоводов обращается на выбор наиболее экономически выгодных пород радужной форели.

С учетом опыта различных форелевых хозяйств Карелии в настоящей статье предпринята попытка оценить наиболее перспективные для садкового хозяйства Севера породы и разновидности радужной форели. Это форель Камлоопс, форель Дональдсона, форель Рофор, форель Росталь и форель Адлер.

Форель Камлоопс – форма радужной форели, обитающая в реках и озерах Британской Колумбии (Канада). В Россию завезена в 1982 году. Относится к раннерестующим формам. В условиях Карелии созревает в ноябре – декабре, на 3–4-м году жизни. Средняя рабочая плодовитость – 1900 икринок. Благоприятная температура воды для инкубации икры – 6–10 °С. Недопустима инкубация икры форели Камлоопс при температуре воды ниже 6 °С. При низкой температуре воды большая часть инкубируемой икры погибает, а выклюнувшиеся личинки и молодь растут очень медленно, причем при резких изменениях температуры многие погибают.

Скорость роста форели Камлоопс на всех этапах постэмбрионального периода на 10–20 % выше, чем у радужной форели. Еще более продуктивными являются гибриды, полученные при скрещивании с радужной форелью, которые по массе тела до 30 % превосходят исходные формы. Сеголетки гибридов достигают массы тела 70–80 г, двухлетки – 200–250 г, трехлетки – 2500–3000 г, четырехлетки – 3500–4000 г [5]. К достоинствам породы можно отнести созревание половых продуктов к началу зимы, что имеет большое значение для получения и реализации качественной икры. Быстрый рост массы тела дает качественный пищевой продукт.

Форель Дональдсона – выведена, как и предыдущая форма, в США при скрещивании радужной форели из местного ручья и стальноголового лосося. Завезена в Россию в 1982 году из США и в 1988 году из Японии [5]. Быстрорастущая форма: на 1-м году жизни достигает массы тела 500 г, на 2-м – 2000–2500 г, на 3-м – 3500–4500 г [3]. Созревает в возрасте 2–3 лет, нерестится в декабре – марте, рабочая плодовитость – 2–4 тыс. икринок. Оптимальная температура воды для инкубации икры – 8–12 °С, выклев личинок происходит через 310–410 градусо-дней. Из достоинств следует отметить очень высокий темп роста, среднюю величину плодовитости, крупную икру (в среднем 58 мг). Сроки созревания половых продуктов в климатических условиях Карелии удобны для отлова, реализации рыбы и получения икры (наличие льда на озерах). К недостаткам можно отнести низкую

величину оплодотворяемости икры, плохую выживаемость эмбрионов и личинок, большую требовательность к уходу и повышенный отход при выращивании товарной продукции (по сравнению с другими породами).

Форель Рофор – старейшая отечественная порода, полученная при скрещивании датской и немецкой форм. Темп роста достаточно высокий: на 1-м году масса тела может достигать 400 г, на 2-м – 1500–2000 г, на 3-м – до 3000 г. Половозрелой становится в возрасте 3–4 лет, средняя рабочая плодовитость – 4,3 тыс. икринок [2]. Преимущества – высокая пластичность и широкие возможности использования (от садковых ферм до прудовых и тепловодных хозяйств), возможность выращивания в водоемах с сильно меняющимся гидрохимическим режимом, нормальный рост при использовании низкокачественных кормов. В качестве недостатка стоит отметить низкую скорость роста.

Форель Росталь – новая молодая порода, выведенная по линии стальноголового лосося. Темп роста высокий. Двухгодовики достигают массы тела 700–800 г, трехгодовики – 2000–2400 г, четырехгодовики – 4500–5000 г. Достоинством данной породы является высокая плодовитость – в среднем 5,4 тыс. икринок (у элиты – до 10 000) при массе икринки 58 мг. Высокая скорость роста в диапазоне температур от 5 до 15 °С [2]. Недостатки – повышенная требовательность к биотехнике и качеству кормов, преимущественная ориентация на использование в холодноводных хозяйствах.

Форель Адлер – отечественная порода, выведенная при скрещивании стальноголового лосося и радужной форели. Средняя масса двухгодовиков – 800 г, трехгодовиков – 2500 г, четырехгодовиков – до 5000 г. Половозрелой становится в возрасте 2–3 лет, нерестится в ноябре – декабре, средняя плодовитость – 4,5 тыс. икринок. Оптимальная температура для роста – 16–18 °С. Преимущества этой породы заключаются в достаточно высокой скорости роста, раннем половом созревании (до 80 % рыб становятся половозрелыми в возрасте 2 лет). Недостатком является очень высокая требовательность к уходу.

При оценке рассмотренных пород, созданных на базе радужной форели, нельзя выделить одну как априорно рекомендуемую для садкового хозяйства. Каждая имеет свои достоинства и недостатки, проявляющиеся в разных типах выращивания. Каждая порода с отселекционированными признаками позволяет применять разные стратегии в садковом форелеводстве. Для водоемов, подверженных антропогенному влиянию, наиболее перспективно использование породы Рофор, при применении подземных источников водоснабжения лучше всего подходит форель Адлер, при выращивании в садковых хозяйствах, ориентированных на икру и высокий прирост массы тела, перспективны породы Камлоопс и Дональдсона. В настоящее время при-

рост массы тела в разных породных группах по сравнению с дикой форелью возрос в 10–50 раз. С развитием методов генетики и селекции этот показатель может быть еще более увеличен. Стало возможным получать форелевую икру с сентября по апрель, что несомненно снизит конкуренцию производителей и обеспечит расту-

щие потребности населения. Все это свидетельствует о возможности дальнейшего увеличения объемов товарного выращивания радужной форели как в Карелии, так и в целом по стране, которое невозможно без знания особенностей биотехнического выращивания и правильного выбора породы или разновидности.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Боровик Е. А. Радужная форель. Минск: Наука и техника, 1969. 150 с.
2. Выведение новых пород рыб / Под. ред. В. М. Голода. СПб., 2001. 164 с.
3. Каталог пород, кроссов и одомашненных форм рыб России и СНГ. М., 2001. 150 с.
4. Козлов В. И. Справочник фермера-рыбовода. М.: ВНИРО, 1998. 446 с.
5. Рыжков Л. П., Кучко Т. Ю. Садковое рыбоводство. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 164 с.
6. Суховерхов Ф. М. Прудовое рыбоводство. М.: Изд-во сельскохозяйственной лит-ры, журналов и плакатов, 1963. 423 с.
7. Титарев Е. Ф. Форелеводство. М.: Пищ. пром-сть, 1980. 167 с.

УДК 616.72-002.712

ИРИНА МИХАЙЛОВНА МАРУСЕНКО

доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры
госпитальной терапии медицинского факультета ПетрГУ
feva@karelia.ru

НАТАЛЬЯ НИКОЛАЕВНА ВЕЗИКОВА

доктор медицинских наук, доцент, заведующий кафедрой
госпитальной терапии медицинского факультета ПетрГУ
vezikov23@mail.ru

МАКСИМ ВЛАДИМИРОВИЧ МАКСИМОВ

кандидат медицинских наук, ассистент кафедры госпи-
тальной терапии Санкт-Петербургского медицинского
университета им. И. П. Павлова
bolec@sampo.ru

НИНА ВИТАЛЬЕВНА КОРЯКОВА

ассистент кафедры госпитальной терапии медицинского
факультета ПетрГУ
tnk28@inbox.ru

**ВОЗМОЖНОСТИ КОМПЛЕКСНОЙ ТЕРАПИИ
РЕВМАТОИДНОГО АРТРИТА**

Статья посвящена оценке эффективности комплексной терапии ревматоидного артрита (РА). В исследование включены больные с впервые установленным диагнозом РА, получающие различные варианты базисной и локальной терапии. Полученные результаты свидетельствуют о том, что своевременная базисная терапия позволяет улучшить результаты лечения, применение локальных методов при раннем РА позволяет повысить общую эффективность комбинированного лечения.

Ключевые слова: ревматоидный артрит, болезнь-модифицирующая терапия, пульс-терапия, метотрексат, тромбовар, локальная терапия, телегамматерапия, синовит

В настоящее время ревматологи всего мира озабочены ситуацией, связанной с поздней диагностикой ревматоидного артрита. Проблема раннего РА заключается в решении вопроса: как приблизить диагноз и начало болезнь-модифицирующей терапии к больному [10], [11], [17].

Распространенность РА составляет в популяции около 1 %, то есть в мире от него страдает примерно 63 миллиона человек. Экономические потери от РА для общества сопоставимы с ИБС. Около 50 % больных становятся инвалидами в первые 5 лет заболевания [25]. В России средний возраст пациентов, выходящих на инвалидность, – 48 лет, а более 25 % нуждаются в дорогостоящем лечении. Выживаемость неадекватно леченных пациентов с РА оказалась сопоставимой с такими заболеваниями, как лимфогранулематоз, сахарный диабет, инсульт и трехсосудистое поражение коронарных артерий при ИБС [15]. РА снижает продолжительность жизни больных в среднем на 10 лет.

Современной ревматологией накоплено достаточное количество данных о том, что при РА иммунопатологический процесс развивается до появления клинических признаков артрита [1], [16]. Первые годы болезни являются решающими в развитии и прогрессировании патологического процесса. В самый ранний период РА, когда процесс находится в первичной экссудативной фазе, обратимость заболевания существенно выше. Уже через 2–4 месяца от начала заболевания при биопсии синовиальной оболочки можно обнаружить морфологические признаки хронического синовита. У 75 % больных РА в раннем периоде выявляются эрозии [16], [17].

Вся стратегия современного лечения РА направлена на наиболее раннее начало терапии, так как даже самая активная противовоспалительная терапия позволит затормозить прогрессирование болезни только в случае ее своевременного назначения. Иногда этот временной промежуток ограничивается несколькими меся-

цами [11], [18], [21], [23]. По данным исследований известно, что назначение в первые недели болезни даже самых «мягких» базисных средств оказывает благоприятное влияние на дальнейшее течение РА. И чем позже начата базисная терапия, тем хуже будет ответ на нее. Таким образом, целью ранней базисной терапии является не только подавление активности РА, но и предупреждение необратимых повреждений суставов, а значит, сохранение функциональной активности больного.

В практической деятельности ревматолог нередко сталкивается с проблемой: начинать ли базисную терапию, если диагноз РА еще сомнителен. Чаще всего это связано с дебютом РА в виде моно- или олигоартрита, отсутствием ревматоидного фактора, так как часть больных становятся серопозитивными в течение первых полугодия болезни, или отсутствием типичных рентгенологических изменений в раннем периоде заболевания. В подобной ситуации врач, не имея полного набора диагностических критериев РА, не рискует назначать активную терапию, предпочитает обойтись нестероидными противовоспалительными препаратами (НПВП) и наблюдением за больным, – таким образом упускается время.

Для оптимизации диагностики и выбора тактики ведения пациента предложена концепция «раннего ревматоидного артрита». Ранний ревматоидный артрит – это условно выделенная клиничко-патогенетическая стадия болезни, которая характеризуется антигенспецифической активацией CD4+ Т-лимфоцитов, гиперпродукцией провоспалительных цитокинов, пролиферацией сосудистой стенки капилляров с последующей пролиферацией синовиальных клеток и отложением фибрина на синовиальной оболочке и наличием активного синовита не более 1 года [10], [17].

В клинической практике диагноз РА устанавливается согласно диагностическим критериям ACR 1987 года: утренняя скованность, артрит трех или более суставных зон, артрит суставов кистей, симметричный артрит, ревматоидные узелки, ревматоидный фактор в сыворотке, рентгенологические изменения. К сожалению, классические критерии не всегда позволяют установить диагноз раннего РА, так как они не работают при моно- и олигоартрите, не часто в дебюте болезни встречаются ревматоидные узелки. Стандартная рентгенография характеризуется не очень высокой чувствительностью, что приводит к позднему выявлению эрозий, а ревматоидный фактор не является идеальным методом ранней диагностики, поскольку в дебюте болезни многие пациенты серонегативны. Появившиеся новые методы диагностики, такие как магнитно-резонансная томография (МРТ) и ультразвуковое исследование (УЗИ) суставов, не решили проблемы, поскольку они высокочувствительны, но не обладают специфичностью.

Поэтому сегодня выделяют признаки, вызывающие подозрение на ранний ревматоидный артрит: наличие более трех воспаленных суставов, поражение пястно-фаланговых / плюсне-фаланговых суставов – положительный тест «сжатия», продолжительность утренней скованности более 30 мин, увеличение СОЭ до 25 мм/ч. При наличии этих признаков пациента необходимо направить на консультацию к ревматологу [10], [17].

Нами изучены 84 пациента, которым в ревматологическом отделении впервые установлен диагноз «ревматоидный артрит», из них мужчин – 22, женщин – 62, средний возраст – 47 лет. От момента дебюта суставного синдрома до верификации диагноза прошло от 1 до 26 месяцев, в среднем – 6,3 месяца. На момент обращения за медицинской помощью у исследуемых больных диагностические критерии РА были представлены следующим образом:

- симметричный артрит – у 71 (84,5 %);
- рентгенологические изменения – у 57 (68 %);
- ревматоидный фактор в сыворотке – у 50 (59,5 %);
- артрит суставов кистей – у 48 (57 %);
- утренняя скованность – у 47 (56 %);
- артрит трех или более суставных зон – у 37 (44 %);
- ревматоидные узелки – у 2 (2 %).

При этом только у 2 больных на момент диагностики РА были представлены все 7 критериев, у 3 отмечались 6 критериев, у 16 – 5 критериев и у 27 – 4 критерия. Суставный синдром дебютировал типичным артритом кистей у 42 пациентов, тогда как дебют в виде олигоартрита отмечен у 30 пациентов, в виде моноартрита – у 13.

В связи с различными вариантами начала заболевания, недостаточным количеством диагностических критериев потребовалось проведение дифференциального диагноза с реактивным артритом – у 16 больных, остеоартрозом – у 11, системной красной волчанкой – у 2, системной склеродермией – у 2.

Вся стратегия современного лечения РА направлена на наиболее раннее начало болезнь-модифицирующей терапии [6], [9], [11], [17]. Несмотря на определенные достижения в лечении РА, подавляющее большинство больных постепенно, год от года инвалидизируются. Поэтому целью ранней базисной терапии является не только подавление активности РА, но и предупреждение необратимых повреждений суставов, а значит, сохранение функциональной активности больного [2].

Основные лекарственные препараты, используемые для лечения РА, представлены следующими группами:

- нестероидные противовоспалительные препараты,
- глюкокортикоиды (ГК),
- болезнь-модифицирующие препараты: метотрексат, гидроксихлорохин, сульфасалазин, лефлуномид и др.,

- биологические агенты,
- комбинированная терапия.

Болезнь-модифицирующие препараты должны назначаться с момента установления диагноза РА. Раннее назначение базисной терапии снижает выраженность клинических проявлений РА, улучшает функциональную активность больных, замедляет рентгенологическое прогрессирование, улучшает качество жизни и снижает риск потери трудоспособности, а кроме того, снижает смертность до популяционного уровня [10], [12].

Среди болезнь-модифицирующих средств «эталонным» препаратом признан метотрексат (МТ), так как характеризуется высокой эффективностью при хорошей переносимости большинством пациентов, предсказуемыми побочными эффектами, может комбинироваться с большинством базисных средств. По данным рандомизированных контролируемых исследований (РКИ), эффективное лечение МТ не только замедляет рентгенологическое прогрессирование, но и снижает летальность от сердечно-сосудистых заболеваний, которая у пациентов РА является важнейшей причиной уменьшения продолжительности жизни [11], [12].

Место глюкокортикоидов в лечении РА обсуждается уже более 50 лет. ГК до сих пор являются наиболее эффективными противовоспалительными препаратами и потенциально обладают способностью подавлять большинство механизмов, лежащих в основе ревматоидного воспаления. Ранняя агрессивная терапия позволяет существенно улучшить отдаленный прогноз при РА. По данным 10 РКИ (более 700 больных), низкие дозы преднизолона (5–10 мг) высокоэффективны в отношении облегчения симптомов у пациентов с активным РА и позволяют замедлить рентгенологическое прогрессирование, причем этот эффект сохраняется в течение длительного времени после отмены ГК [14]. Согласно этим данным, бридж-терапия и комбинированная терапия ГК с болезнь-модифицирующими препаратами коротким курсом рекомендованы для лечения РА. Однако длительный прием высоких доз (более 20 мг) ГК при РА полностью нивелирует благоприятный эффект лечения, так как частота развития и значимость побочных эффектов существенно превышают пользу терапии. Поэтому монотерапия и длительное рутинное использование ГК не рекомендуются в лечении РА [3], [4], [8], [13].

Новое направление в лечении РА, появившееся в 90-х годах XX века, – это биологическая терапия антагонистами цитокинов [7], [24]. Биологические агенты позволяют блокировать эффекты провоспалительных цитокинов – фактора некроза опухоли α (инфликсимаб, адалимумаб, этанерцепт), интерлейкина-1 (анакинра), интерлейкина-6 (тоцилизумаб). Эффективность данной терапии оказалась достаточно высокой как при плохом ответе на стандартные базисные

средства, так и при раннем РА. Кроме того, все биологические препараты замедляют рентгенологическое прогрессирование РА, однако существенно удорожают стоимость лечения [12].

В реальной клинической практике всем 84 исследуемым пациентам с момента диагностики РА была начата базисная терапия: МТ – у 50 больных, сульфасалазином – у 26, делагилом – у 7 и тауредоном – у 1 больного. В последующем у 6 больных МТ был отменен: из-за непереносимой тошноты у 2, из-за 3-кратного повышения трансаминаз – у 2, из-за лейкопении – у 1. Только у 7 пациентов проведена бридж-терапия малыми дозами ГК, 22 больным к МТ добавлен делагил.

При высокой активности болезни, наличии системных проявлений, плохой переносимости базисных препаратов 21 пациенту выполнялся плазмаферез (в среднем 4,46 сеанса) в сочетании с пульс-терапией. Дважды плазмаферез выполнен 3 больным, трижды – 1 больному, 4 раза – 2 больным: пульс-терапия дважды выполнена 7 пациентам, трижды – 4 больным, 4 раза – 2 больным и 5 раз – 1 больному. Из всех больных, получивших пульс-терапию, она проводилась метилпреднизолоном в дозе 500 или 1000 мг № 3 только у 8 пациентов. Другие варианты пульс-терапии: метилпреднизолон 500 или 1000 мг № 1 – 11 случаев, метилпреднизолон < 500 мг – 1 случай, дексаметазон 100 мг – 6 случаев, дексаметазон < 80 мг – 7 случаев, дексаметазон < 80 мг – 10 случаев; циклофосфан 800 мг – 1 больной и в 3 случаях – циклофосфан < 600 мг; метотрексат в/в в 2 случаях – 50 мг, в 5 случаях – 40 мг и у 1 больного – 20 мг.

Начало лечения РА всегда отличается трудностями, так как НПВП не у всех больных могут в полной мере подавить проявления воспаления в отдельно взятом суставе, а болезнь-модифицирующие препараты реализуют свои свойства не ранее чем через 1,5–2 месяца. В связи с этим при наличии выраженных синовитов, сопровождающихся болевым синдромом, ограничением объема движения в суставе, мы использовали различные методы локальной терапии:

1. Лекарственная:

- ГК,
- МТ,
- Тромбовар.

2. Лучевая:

- Телегамматерапия в дозе 20 и 30 Гр (ЛГГТ),
- Рентгентерапия (РТ).

Эффективность всех видов локальной терапии оценивалась по динамике признаков местного воспаления: местный суставной индекс (МСИ) – выраженность болей при сильном надавливании на сустав, определенная в баллах (0 – боль отсутствует, 1 – слабая боль, 2 – больной морщится, 3 – отдергивает суставы), местный индекс боли (МИБ) оценивается больным по 5-балльной системе (0 – болей нет, 1 – легкие боли, 2 – умеренные

боли, 3 – сильные боли, 4 – очень сильные боли), выраженность боли в исследуемом суставе по визуально-аналоговой шкале (ВАШ) в мм, окружность сустава (ОС) в см и объем движения (ОД) в градусах с использованием ортопедического угломера. Дополнительно выполнялось УЗИ суставов с оценкой толщины синовиальной оболочки (СО) при поперечном супрапателлярном сканировании по верхнему краю надколенника и количества жидкости в полости сустава.

Локальная ГК-терапия выполнена 54 больным, пунктировалось в среднем 3,86 сустава. ГК вводились согласно приказу о внутрисуставных введениях в наиболее пораженные суставы с признаками синовита. Динамика суставного синдрома при классическом варианте локальной лекарственной терапии следующая (рис. 1): до введения МСИ – $1,48 \pm 0,1$, МИБ – $1,75 \pm 0,14$, ОС – $38,5 \pm 0,45$, ОД – $103,1 \pm 1,77$, ВАШ – $54,4 \pm 5,7$; в течение недели после введения ГК показатели составили МСИ – $0,58 \pm 0,18$, МИБ – $0,5 \pm 0,14$, ОС – $37,6 \pm 0,57$, ОД – $122,0 \pm 2,6$, ВАШ – $22,7 \pm 6,23$; через 3 месяца МСИ – $1,08 \pm 0,18$, МИБ – $1,0 \pm 0,29$, ОС – $37,6 \pm 0,56$, ОД – $112,6 \pm 2,71$, ВАШ – $11,6 \pm 4,14$. Следует отметить, что 7 пациентам через 3 месяца потребовалось повторное введение ГК в связи с рецидивом синовита.

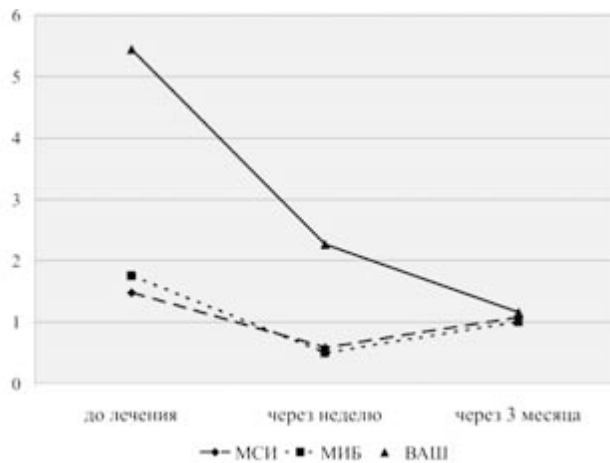


Рис. 1. Динамика суставного синдрома на фоне локальной терапии ГК

МТ вводился 33 больным в коленные суставы при наличии выраженных признаков синовита в дозе 10–20 мг. Прием метотрексата в качестве базисного препарата в данную неделю исключался. Исходные признаки локального воспаления в группе внутрисуставного введения МТ составили МСИ – $1,3 \pm 0,09$, МИБ – $1,4 \pm 0,09$, ОС – $38,7 \pm 0,47$, ОД – $107,5 \pm 1,52$, ВАШ – $57,4 \pm 4,51$. В течение недели после введения МТ показатели составили (рис. 2): МСИ – $0,32 \pm 0,09$, МИБ – $0,36 \pm 0,1$, ОС – $35,8 \pm 0,33$, ОД – $116,9 \pm 2,4$, ВАШ – $27,4 \pm 4,28$; через месяц МСИ – $0,75 \pm 0,41$, МИБ – $0,5 \pm 0,25$, ОС – $37,5$, ОД – $104 \pm 3,54$, ВАШ – $36,5 \pm 3,18$; через 3 месяца МСИ – $0,67 \pm 0,21$, МИБ – $0,72 \pm 0,23$, ОС – $40,6 \pm 0,99$, ОД – $105,4 \pm 5,2$,

ВАШ – $46,2 \pm 7,1$; через 6 месяцев МСИ – $1,0 \pm 0,26$, МИБ – $0,82 \pm 0,25$, ОС – $33,95 \pm 3,25$, ОД – $111,8 \pm 1,39$, ВАШ – $45,6 \pm 9,68$. В течение 6 месяцев наблюдения у 3 пациентов отмечался рецидив синовита коленного сустава, потребовавший введения ГК. Толщина СО при УЗИ составила исходно $3,41 \pm 0,66$ мм (рис. 3), а через 3 месяца (рис. 4) – $2,34 \pm 0,15$ мм ($p = 0,0038$).

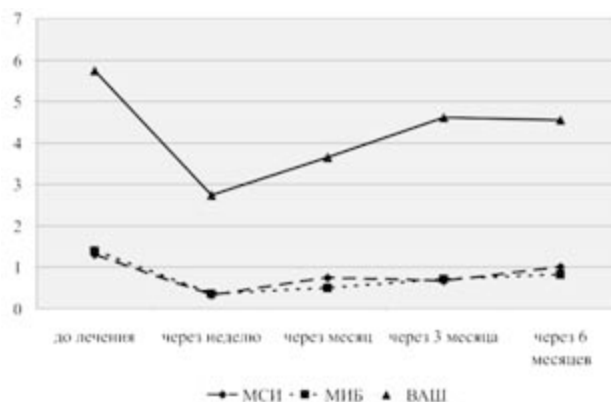


Рис. 2. Динамика суставного синдрома на фоне локальной терапии МТ

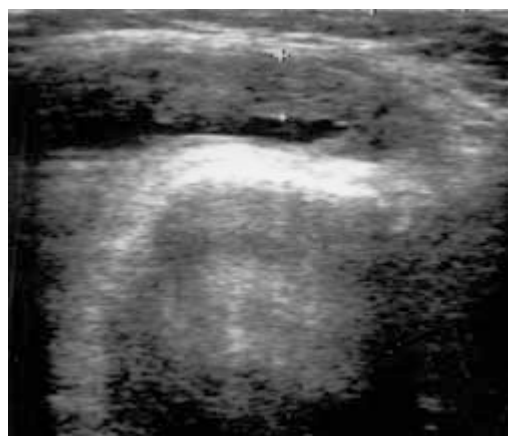


Рис. 3. УЗИ коленного сустава перед введением МТ

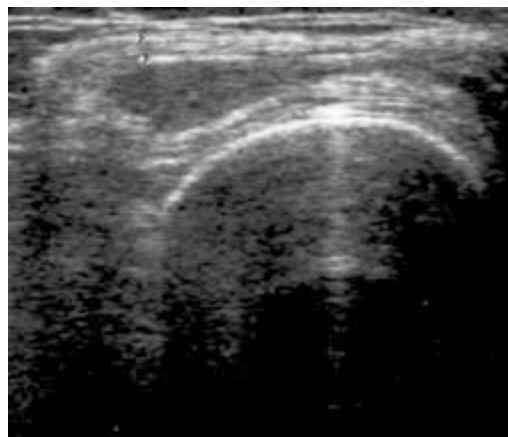
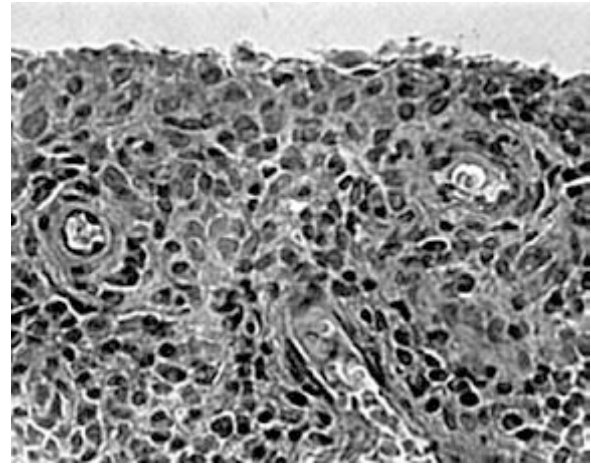


Рис. 4. УЗИ коленного сустава через 3 месяца после введения МТ

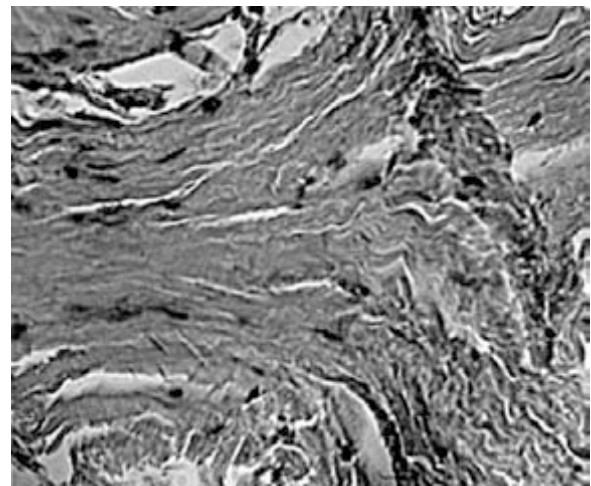
С целью осуществления «бескровной синоэктомии» при РА нами предложено внутрисуставное введение тромбовара (Т). Еще в начале 70-х годов XX столетия для внутрисуставного введения был впервые применен флебосклерозирующий препарат моруат натрия (варикоцид), являющийся наиболее активным склерозирующим компонентом в тот период [19], [20]. Предварительные эксперименты на крысах доказали безопасность и эффективность методики склерозирующей терапии. При сравнении внутрисуставного введения моруата натрия с химической синоэктомией 1 % раствором осмиевой кислоты была отмечена сходная положительная динамика клинических проявлений синовита. Однако повреждение прилежащих структур суставного хряща при использовании моруата натрия было минимальным в отличие от развития некроза хондроцитов при применении осмиевой кислоты.

В настоящее время при проведении склерозирующей терапии предпочтение отдается тетрадецилсульфату натрия, а препараты, созданные на его основе, признаются «средствами выбора» (тромбовар, фибровейн) [22]. Введение Т в полость сустава позволяет разрушить наиболее гиперплазированные участки СО без формирования некроза. При морфологическом исследовании через 6 месяцев после введения Т выявляется замещение СО соединительной тканью (рис. 5). Подобное склерозирующее действие Т способствует подавлению иммунного воспаления, разрушает паннус и предотвращает костную деструкцию, сохраняя функцию сустава. Непосредственно после введения препарата отмечалось развитие реактивного синовита, потребовавшее у части пациентов дополнительно введения НПВП.

Т вводился 15 больным в коленные суставы в дозе 6–8 мл. Динамика суставного синдрома при терапии тромбоваром следующая (рис. 6): исходно МСИ составил $1,13 \pm 0,19$, МИБ – $1,4 \pm 0,17$, ОС – $38,9 \pm 0,72$, ОД – $106,3 \pm 2,5$, ВАШ – $54,3 \pm 4,5$; в течение недели после введения МСИ – $0,58 \pm 0,18$, МИБ – $0,42 \pm 0,14$, ОС – $37,1 \pm 0,57$, ОД – $117,5 \pm 2,4$, ВАШ – $36,8 \pm 4,73$; через три месяца МСИ – $0,8 \pm 0,33$, МИБ – $0,4 \pm 0,36$, ОС – $38,4 \pm 1,12$, ОД – $115,4 \pm 6,3$, ВАШ – $24,7 \pm 9,26$; через 6 месяцев МСИ – $0,71 \pm 0,33$, МИБ – $0,43 \pm 0,19$, ОС – $38,4 \pm 0,68$, ОД – $109,7 \pm 6,23$, ВАШ – $45,86 \pm 5,43$; через год наблюдения МСИ – $0,5 \pm 0,43$, МИБ – $0,25 \pm 0,22$, ОС – $34,5 \pm 9,97$, ОД – $111,7 \pm 6,24$, ВАШ – $35,75 \pm 14,4$. Динамика толщины синовиальной оболочки по данным УЗИ: исходно – $4,8 \pm 0,39$ мм (рис. 7), после введения – $4,5 \pm 0,38$ мм ($p = 0,049$), через 3 месяца – $2,12 \pm 0,45$ мм ($p = 0,017$), через 6 месяцев (рис. 8) – $1,8 \pm 0,38$ мм ($p = 0,0012$) и через год (рис. 9) – $0,67 \pm 0,14$ мм ($p = 0,0016$). За время наблюдения ни у одного больного не отмечено рецидива синовита коленного сустава, в который вводился тромбовар.



а



б

Рис. 5. Динамика морфологических изменений на фоне локальной терапии Т:

а – до введения Т выявлено увеличение количества слоев кроющих синовиоцитов, выраженная лимфоцитарная и плазмоклеточная инфильтрация с формированием скоплений, явления васкулита; б – через 6 месяцев после введения Т определяется соединительная ткань

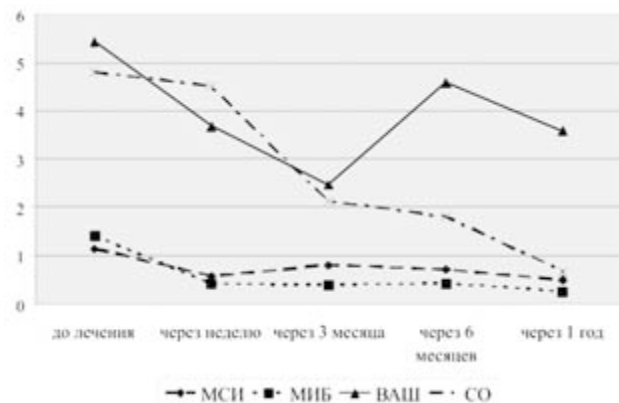


Рис. 6. Динамика суставного синдрома и толщины СО на фоне локальной терапии Т



Рис. 7. УЗИ коленного сустава перед введением Т

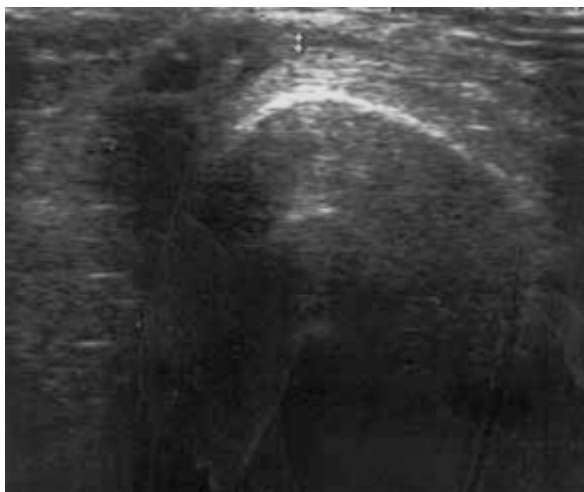


Рис. 8. УЗИ коленного сустава через 6 месяцев после введения Т



Рис. 9. УЗИ коленного сустава через год после введения Т

Лучевые методы локальной терапии применялись у больных старше 40 лет, также при упорном суставном синдроме, плохо отвечающем на терапию НПВП и базисными средствами. При этом ЛТГТ выполнялась у одного больного только на один или два симметричных сустава, тогда как РТ выполнялась на 2 и более суставные зоны с учетом ее меньшей лучевой нагрузки. ЛТГТ выполнена 22 больным, при этом динамика суставного синдрома была следующей: до лечения МСИ составил $1,76 \pm 0,15$, МИБ – $1,94 \pm 0,17$, ОС – $38,9 \pm 0,6$, ОД – $98,2 \pm 4,7$, ВАШ – $31,1 \pm 5,3$; через три месяца МСИ – $0,67 \pm 0,54$, МИБ – $0,67 \pm 0,54$, ОС – $41,7 \pm 2,63$, ОД – $114,0 \pm 2,5$, ВАШ – $16,7 \pm 13,6$; через 6 месяцев МСИ – $0,75 \pm 0,41$, МИБ – $0,75 \pm 0,41$, ОС – $38,9 \pm 0,97$, ОД – $113,0 \pm 4,7$, ВАШ – $40,5 \pm 12,3$; через год МСИ – $1,0 \pm 0,28$, МИБ – $0,8 \pm 0,44$, ОС – $32,0 \pm 7,2$, ОД – $105,3 \pm 6,3$; через 2 года МСИ – $1,0 \pm 0,35$, МИБ – $0,5 \pm 0,25$, ОС – $38,25 \pm 1,15$, ОД – $119,25 \pm 4,35$, ВАШ – $45,0 \pm 5,5$; через 3 года МСИ – $1,37 \pm 0,25$, МИБ – $1,13 \pm 0,21$, ОС – $39,3 \pm 0,82$, ОД – $111,25 \pm 3,42$, ВАШ – $11,25 \pm 6,89$.

При морфологическом исследовании СО в группе ЛТГТ не обнаружено повреждающего влияния лучевой терапии в ближайшие сроки наблюдения, выявлено лишь стихание воспалительно-экссудативных признаков и уменьшение степени инфильтрации субсиновияльного слоя. В отдаленном периоде динамика синовиита проявляется регрессом лимфоидной и плазмноклеточной инфильтрации, уменьшением процента очаговых инфильтратов и прогрессированием склеротических изменений, сменяющих явления васкулита. Подобные гистологические изменения отражают иммуносупрессивное действие ЛТГТ при РА [5]. Влияние ЛТГТ на толщину СО при УЗИ, косвенно свидетельствующее о подавлении иммунного воспаления, представлено на рис. 10 и 11.

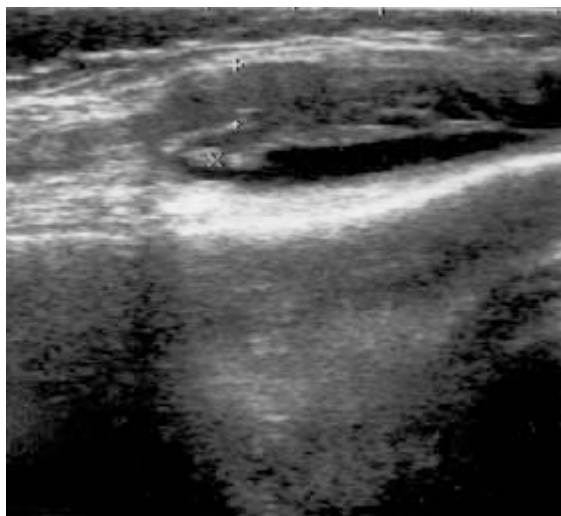


Рис. 10. УЗИ коленного сустава до ЛТГТ

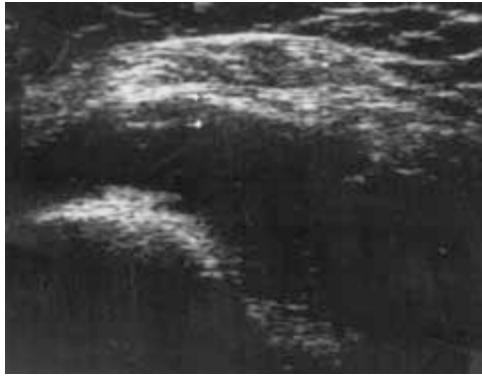


Рис. 11. УЗИ коленного сустава через 6 месяцев после ЛПГТ

РТ получали 36 пациентов, в среднем воздействию подвергалось 5,1 суставной зоны. Динамика суставного синдрома: до лечения МСИ составил $1,45 \pm 0,15$, МИБ – $1,38 \pm 0,13$, ОС – $37,49 \pm 0,62$, ОД – $104,0 \pm 2,35$, ВАШ – $52,0 \pm 2,1$; в течение недели по завершении рентгенотерапии МСИ – 1,0, МИБ – 1,0, ОС – $37,5 \pm 0,24$, ОД – $108,7 \pm 3,81$, ВАШ – $43,3 \pm 7,1$; через 6 месяцев МСИ – $1,33 \pm 0,27$, МИБ – $1,0 \pm 0,47$, ОС – $37,83 \pm 0,14$, ОД – $106,7 \pm 7,2$, ВАШ – $41,7 \pm 9,01$; через год МСИ – 1,44

$\pm 0,17$, МИБ – $1,44 \pm 0,23$, ОС – $36,4 \pm 0,39$, ОД – $115,0 \pm 5,3$, ВАШ – $53,7 \pm 3,72$. Через полгода после проведения РТ 7 пациентам потребовалось введение ГК в суставы, подвергавшиеся лучевой терапии, в связи с рецидивом синовита.

Таким образом, диагноз РА должен устанавливаться ревматологом, активная терапия должна начинаться с момента установления диагноза. Выбор тактики лечения конкретного пациента должен основываться на данных доказательной медицины, адаптированных к индивидуальным особенностям заболевания. Необходимо более широко внедрять в практику комбинированную базисную терапию. Ни один больной РА в настоящее время не должен лечиться без болезнь-модифицирующих препаратов. С учетом отсроченного эффекта базисной терапии в стратегию лечения РА могут включаться различные варианты локальной терапии. Такие локальные вмешательства, как внутрисуставное введение МТ и Т, а также ЛПГТ уменьшают деструктивный потенциал хронического синовита при РА. То есть данные виды локальной терапии обладают не только симптоматическим противовоспалительным эффектом, но и позволяют надеяться на замедление прогрессирования структурных повреждений суставов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Багринцева К. М., Федотова Н. М., Стародубова А. В. Ранний ревматоидный артрит. Клинико-иммунологическая характеристика // Мед. журнал молодых исследователей. 1998. № 11. С. 11–19.
- Балабанова Р. М. Современная концепция фармакотерапии ревматоидного артрита // Вестник РАМН. 2003. № 7. С. 19–23.
- Грунина Е. А., Виноградова Н. А. Кортикостероиды при ревматоидном артрите – базисные препараты? // Клини. фармакология и терапия. 2000. № 9 (2). С. 51–57.
- Грунина Е. А., Виноградова Н. А., Надирова Н. Н. Возможность антидеструктивного действия низких доз кортикостероидов при ревматоидном артрите: предварительное сообщение // Научно-практич. ревматол. 2000. № 1. С. 29–31.
- Игнатъев В. К., Марусенко И. М., Здоров А. Е. Локальная лучевая терапия в комплексном лечении ревматоидного артрита // Тер. архив. 2001. № 5. С. 15–19.
- Каратеев Д. Е., Иванова М. М. Базисная терапия ревматоидного артрита и исход болезни: ретроспективная оценка данных многолетнего наблюдения // Научно-практич. ревматол. 2000. № 1. С. 5–12.
- Лукина Г. В. Перспективы антицитокиновой терапии ревматоидного артрита // Вестн. РАМН. 2003. № 7. С. 23–30.
- Насонов Е. Л. Глюкокортикоиды: 50 лет применения в ревматологии // РМЖ. 1999. № 7–8. С. 5–9.
- Насонов Е. Л. Почему необходима ранняя диагностика и лечение ревматоидного артрита? // РМЖ. 2002. № 22. С. 1009–1012.
- Насонов Е. Л. Ревматоидный артрит как общемедицинская проблема // Тер. архив. 2004. № 5. С. 5–7.
- Насонов Е. Л. Метотрексат. Перспективы применения в ревматологии. М., 2009.
- Рекомендации по применению базисных противовоспалительных препаратов и биологических агентов при ревматоидном артрите (Американская коллегия ревматологов, 2008 г.) // Клини. фармакол. и терапия. 2009. № 1. С. 2–7.
- Сигидин Я. А., Лукина Г. В., Гусев Д. Е. О базисных свойствах глюкокортикостероидов при ревматоидном артрите // Клини. фармакол. и терапия. 2000. № 1. С. 55–57.
- Bijlsma J. W. J., van Everdingen A. A., Huisman M. et al. Glucocorticoids in rheumatoid arthritis: effects on erosions and bone // Ann. NY Acad. Sci. 2002. Vol. 966. P. 82–90.
- Callahan L. F. The burden of rheumatoid arthritis: facts and figures // J. Rheumatol. 1998. Vol. 25 (suppl. 53). P. 8–12.
- Duffy T., Bresnihan B. Early arthritis – mechanisms of synovitis and prevention of damage // Rheumatology Highlights. 2001. № 2. P. 7–14.
- Emery P. Therapeutic approaches for early rheumatoid arthritis. How early? How aggressive? // Br. J. Rheumatol. 1995. 34. № 2. P. 87–90.
- Emery P., Mazzo H., Proudman S. Management of patients with newly diagnosed rheumatoid arthritis // Rheumatol. 1999. № 38. P. 27–31.
- Kastner P. Chemical synovectomy using varicocid in progressive chronic polyarthritis // Z. Gesamte Inn. Med. 1973. № 28(23). P. 737–740.
- Kastner P., Wessel G. Chemical synovectomy with Varicocid in rheumatoid arthritis – further results // Scand. J. Rheumatol. 1977. № 6(1). P. 28–32.
- Kremer J. M. New and emerging therapies for rheumatoid arthritis // Rheum. Dis. Clin. North. Am. 2004. № 30(2). P. 11–12.
- Labas P., Ohradka B., Cambal M. et al. Long term results of compression sclerotherapy // Bratisl. Lek. Listy. 2003. № 104(2). P. 78–81.
- O'Dell J. R. Treating rheumatoid arthritis early: a window of opportunity? // Arthr. Rheum. 2002. № 46. P. 283–285.
- Olsen N. J., Stein C. M. New drugs for rheumatoid arthritis // N. Engl. J. Med. 2004. № 350. P. 2167–2179.
- Wolfe F., Hawley D. J. The long-term outcomes of rheumatoid arthritis: work disability. A prospective 18 year study of 823 patients // J. Rheumatol. 1998. № 25. P. 2108–2117.

УДК 612.82:611.8

ГАЛИНА ПАВЛОВНА БЕЛОУСОВА

кандидат биологических наук, доцент кафедры физиологии человека и животных медицинского факультета ПетрГУ
gerda51@mail.ru

ИНГА ГЕННАДЬЕВНА ПАШКОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека медицинского факультета ПетрГУ
pashk@onego.ru

ТАТЬЯНА АЛЕКСАНДРОВНА КОЛУПАЕВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека медицинского факультета ПетрГУ
kotaal@mail.ru

СВЕТЛАНА АЛЕКСАНДРОВНА КУДРЯШОВА

кандидат медицинских наук, доцент кафедры анатомии человека медицинского факультета ПетрГУ
s_kudr@psu.karelia.ru

ВЛИЯНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ МОТОРНОЙ АСИММЕТРИИ РУК НА РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ АЛЕКСИТИМИЧЕСКОГО РАДИКАЛА В СТРУКТУРЕ ЛИЧНОСТИ У СТУДЕНТОВ В УСЛОВИЯХ СЕВЕРА

На основе нейropsychологического подхода с использованием концепции функциональной моторной асимметрии рук была исследована распространенность алекситимического личностного радикала у студентов-северян. Выявлено, что у левшей показатель распространенности алекситимического радикала выше, чем у правшей. Таким образом, в условиях Севера лица с функциональным левым профилем моторной асимметрии мозга более предрасположены к формированию алекситимического типа личности и риску психосоматических расстройств. Ключевые слова: Торонтская алекситимическая шкала (TAS), алекситимия, распространенность, функциональная моторная асимметрия, Баренц-регион, студенты

В процессах становления нейрофизиологических и психофизиологических особенностей индивида особое значение придается функциональной межполушарной асимметрии мозга и межполушарным отношениям [5], [8], [14], [20], [27]. В этом аспекте интерес представляет феномен алекситимической личности с характерной чертой в виде неспособности к вербализации своих эмоций и трудности в различении телесных ощущений и эмоциональных состояний [32], [33], [34], [35]. Наличие алекситимии в структуре личности в условиях Севера относят к числу значимых социально-медицинских проблем, связанных с психосоматическими расстройствами [3], [25], [29], [30]. Неблагоприятное влияние климатологических факторов Севера вызывает длительную активацию правого полушария [15], [16], [22], [25], что непосредственно влияет на диэнцефальный отдел мозга и обуславливает гормонально-метаболические сдвиги, способствуя раз-

витию психосоматической патологии. В этой связи нам представляется особенно важным изучение проблемы функциональной латерализации полушарий мозга и распространенности алекситимического радикала в структуре личности у здоровых лиц из числа учащейся молодежи в условиях Севера, поскольку неотъемлемые атрибуты студенческой жизни в виде психоэмоционального стресса [2], [4], [23], сознательного подавления эмоций и преимущественного развития левого полушария в процессе воспитания и обучения [26], [28], [32] могут способствовать развитию алекситимической predisпозиции у здоровых лиц.

Целью работы было исследование распространенности алекситимического личностного радикала в популяции студентов-медиков из Карелии и Мурманской области с различным функциональным профилем моторного предпочтения рук.

МЕТОДИКА

Исследование выполнялось на базе Петрозаводского государственного университета в 2008/09 учебном году при участии 239 практически здоровых студентов-добровольцев из Республики Карелия и Мурманской области: 177 (74,1 %) девушек и 62 (25,9 %) юношей 1–2-го курсов медицинского факультета в возрасте $19,3 \pm 0,2$ года. По климатозоологическим условиям Республика Карелия и Мурманская область входят в состав территории Баренцева Евро-Арктического региона России, где в целом установлено воздействие особенно неблагоприятных метеорологических условий на организм – повышенной геомагнитной активности, низких температур, а также светового режима [17]. Таким образом, на территории Карелии и Мурманской области на организм человека, как правило, влияет не один неблагоприятный метеорологический фактор, а внезапные колебания всей совокупности факторов [9], [17]. Функциональную моторную асимметрию рук устанавливали на основе 3 критериев: самооценки испытуемого (считает себя правой или левой), наблюдения за поведением, а также использования мануальной пробы «поза Наполеона» [24]. По функциональной моторной асимметрии рук выделились 2 группы испытуемых: с моторным предпочтением правой руки (правши) – 200 (83,7 %) испытуемых, в том числе 146 (73 %) девушек, 54 (27 %) юноши, и с моторным предпочтением левой руки (левши) – 39 (16,3 %), в том числе 31 (79 %) девушка, 8 (21 %) юношей. Распространенность алекситимического радикала в структуре личности изучали методом психометрического исследования респондентов путем однородного скрининга по Торонтской алекситимической шкале (TAS) в русифицированной версии [18], [36]. Случаи алекситимического радикала регистрировались общепринятым способом по количеству баллов шкалы TAS. Число баллов по шкале TAS, равное 63 и выше, оценивалось как наличие алекситимического радикала, а число баллов, равное 62 и ниже, как отсутствие алекситимии. Работа со шкалой TAS осуществлялась после информированного согласия респондентов, с соблюдением общепринятых этических норм, путем предоставления респондентами знака в соответствующей графе шкалы и заполнения паспортной части. Рассчитывались показатели распространенности алекситимического радикала (отношение выявленных случаев к численности исследуемой популяции студентов в расчете на 100 человек). Для выборочного среднего значения и выборочной доли указывались границы 95-процентного доверительного интервала (ДИ) [10].

РЕЗУЛЬТАТЫ

Проведенное эпидемиологическое исследование распространенности алекситимического

радикала у 239 студентов-медиков из Карелии и Мурманской области без учета моторного предпочтения рук выявило 33,5 % испытуемых с алекситимическим радикалом, в том числе 37,1 % юношей и 32,2 % девушек. В популяции студентов с моторным предпочтением правой руки (200) испытуемых с алекситимическим радикалом было 65, в том числе 18 юношей и 47 девушек. Данные о распространенности алекситимического радикала у студентов с предпочтением правой руки представлены в табл. 1. Распространенность алекситимического радикала в исследованной популяции в расчете на 100 студентов характеризовалась показателем 32,5 (95 % ДИ: 26,0–38,9), при этом среди девушек показатель распространенности алекситимического радикала составлял 32,2 (95 % ДИ: 24,6–39,8), а среди юношей – 33,3 (95 % ДИ: 20,7–45,9). В популяции студентов с моторным предпочтением левой руки (39) с алекситимическим радикалом было 15 испытуемых, в том числе 5 юношей и 10 девушек. Распространенность алекситимического радикала в исследованной популяции (табл. 2) в расчете на 100 студентов характеризовалась показателем 38,5 (95 % ДИ: 23,2–53,7). Среди девушек показатель распространенности алекситимического радикала составлял 32,3 (95 % ДИ: 15,8,6–48,7), а среди юношей – 62,5 (95 % ДИ: 29,0–96,1).

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

В популяции студентов-медиков из Карелии и Мурманской области выделилось 83,7 % правшей и 16,3 % левшей. Полученные результаты соответствуют данным литературы о преобладании правой руки у большинства людей [8], [21]. Вместе с тем некоторые исследователи указывают, что в популяции людей на Севере [22] увеличивается число неправоруких индивидов [13], которые лучше адаптируются к экстремальным условиям. Однако наше исследование выявило, что в популяции студентов с моторным предпочтением левой руки распространенность алекситимического радикала была выше, чем у студентов с моторным предпочтением правой руки, что указывает на сниженную социальную адаптацию студентов-левшей в условиях Карелии и Мурманской области. Само по себе левшество, по мнению ученых, не является патологией, однако, в отличие от праворукости, характеризуется недостаточной дифференциацией по функциям полушарий головного мозга [5], [8]. Полученные нами результаты согласуются с многочисленными данными литературы о том, что в организации процессов мотивационно-эмоциональной сферы, как у здоровых, так и у больных с различной психической патологией, левое и правое полушария головного мозга играют неоднозначную роль [20], [19], [24], [11], [14], [27]. В этой связи у нас имеются основания полагать, что снижение способности различения

телесных ощущений и эмоциональных состояний у алекситимиков в определенной степени связано с функциональным левым профилем моторной асимметрии. Вместе с тем гендерный анализ, проведенный в популяции студентов, выявил, что показатель распространенности алекситимического радикала у юношей, как левшей, так и правшей, был выше, чем у девушек. Учитывая данные современных исследований [6], [7], [31], посвященных изучению процессов обработки речевой информации у мужчин и женщин, нам представляется особенно важным подчеркнуть наличие принципиальных нейрофизиологических особенностей представительства вербальных функций в левом полушарии, а именно диффузного у мужчин и фокального у женщин. В связи с этим, по мнению исследователей [6], [7], [31], у мужчин вербальные мнестические функции способствуют более полному торможению правого полушария мозга, чем у женщин. Вместе с тем известно [12], что необходимым условием осознания и вербализации эмоций является активация связей гностических областей коры с представителем моторной речи в левом полушарии. Поэтому некоторые исследователи склонны связывать неспособность осознания и вербализации эмоциональных конфликтов у алекситимиков с функциональным блокированием переноса эмоциогенной информации из правого полуша-

рия в левое [25]. По данным ЭЭГ-исследования [1], при алекситимии возникают затруднения на стадии первичного восприятия эмоциональных стимулов с характерным повышением эмоциональной реактивности передних и задних областей коры справа. Ученые отмечают адаптивную перестройку психических функций человека в северных широтах [15], [25], в том числе повышение функциональной активности правого полушария, что способствует возникновению нейроэндокринных сдвигов, повышая риск психосоматических расстройств [29], [30].

Таким образом, проведенное нами исследование свидетельствует о распространенности алекситимического радикала в популяции студентов-северян. У студентов с левым профилем моторной асимметрии рук отмечается более высокий показатель его распространенности. Поэтому мы полагаем, что выполненная нами работа актуализирует проблему изучения природы алекситимического типа личности в условиях Севера с целью разработки мер профилактики психосоматических реакций, охраны психического и физического здоровья студентов.

Работа выполнена при поддержке РГНФ в рамках научно-исследовательского проекта «РГНФ № 09-06-42605 а/с ГОУ ВПО ПетрГУ».

Таблица 1

Распространенность алекситимического радикала в структуре личности у студентов с моторным предпочтением правой руки (в расчете на 100 студентов)

Популяция студентов	Выявлено случаев алекситимического радикала			Численность выборки			Распространенность алекситимического радикала (на 100 человек)		
	м	ж	всего	м	ж	всего	м	ж	всего
С моторным предпочтением правой руки	18	47	65	54	146	200	33,3 (95 % ДИ: 20,7–45,9)	32,2 (95 % ДИ: 24,6–39,8)	32,5 (95 % ДИ: 26,0–38,9)
Без учета моторного предпочтения рук	23	57	80	62	177	239	37,1 (95 % ДИ: 25,1–49,1)	32,2 (95 % ДИ: 25,3–39,1)	33,5 (95 % ДИ: 27,5–39,5)

Таблица 2

Распространенность алекситимического радикала в структуре личности у студентов с моторным предпочтением левой руки (в расчете на 100 студентов)

Популяция студентов	Выявлено случаев алекситимического радикала			Численность выборки			Распространенность алекситимического радикала (на 100 человек)		
	м	ж	всего	м	ж	всего	м	ж	всего
С моторным предпочтением левой руки	5	10	15	8	31	39	62,5 (95 % ДИ: 29–96,1)	32,3 (95 % ДИ: 15,8–48,7)	38,5 (95 % ДИ: 23,2–53,7)
Без учета моторного предпочтения рук	23	57	80	62	177	239	37,1 (95 % ДИ: 25,1–49,1)	32,2 (95 % ДИ: 25,3–39,1)	33,5 (95 % ДИ: 27,5–39,5)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Афтanas Л. И., Варламов А. А., Рева Н. В., Павлов С. В. Влияние алекситимии на вызванную синхронизацию Θ -ритмов ЭЭГ человека при восприятии эмоциональных зрительных стимулов // Рос. физиол. журн. им. И. М. Сеченова. 2003. Т. 89. № 8. С. 926–934.
2. Белоусова Г. П. Оценка variability ритма сердца у студенток с алекситимическим радикалом в структуре личности // Сибирский консилиум. Медико-фармацевтический журнал. 2007. Т. 62. № 7. С. 160.
3. Белоусова Г. П., Балдесова Н. Б. Вегетативная реактивность у лиц с дифференцированным алекситимическим радикалом в условиях Карелии // Тез. докл. VII Всерос. конф. «Нейроэндокринология-2005». СПб.: ООО «Аграф», 2005. С. 26–27.
4. Белоусова Г. П., Колупаева Т. А., Кудряшова С. А., Пашкова И. Г. Характеристика антропометрических особенностей и психологического благополучия на экзамене у студенток-алекситимиков в условиях Севера // Фундаментальные исследования. Приложение. 2009. № 7. С. 13.
5. Брагина Н. Н., Доброхотова Т. А. Функциональная асимметрия человека. М.: Медицина, 1988. 237 с.
6. Вольф Н. В. Половые различия межполушарных интерференционных взаимодействий при запоминании речевой информации // Журн. высш. нерв. деят. 1998. Т. 48. № 3. С. 551–553.
7. Вольф Н. В., Разумникова О. М. Половой диморфизм функциональной организации мозга при обработке речевой информации: Хрестоматия. М.: Научный мир, 2004. С. 386–410.
8. Доброхотова Т. А., Брагина Н. Н. Методологическое значение принципа симметрии в изучении функциональной организации человека // Функциональная межполушарная асимметрия: Хрестоматия. М.: Научный мир, 2004. С. 15–46.
9. Доршакова Н. В. Качество окружающей среды и здоровье человека в условиях Карелии: Монография. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1997. 204 с.
10. Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию: Учеб. пособие. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2003. 304 с.
11. Калинин В. В. Мозговая асимметрия и психопатологическая симптоматика. Нейропсихиатрический подход // Функциональная межполушарная асимметрия: Хрестоматия. М.: Научный мир, 2004. С. 594–609.
12. Костандов Э. А. Когнитивная гипотеза полушарной асимметрии эмоциональных функций человека // Физиология человека. 1993. Т. 19. № 3. С. 5–17.
13. Кураев Г. А. Межполушарное взаимодействие и поведение // Физиология поведения. Нейрофизиологические закономерности. Л.: Наука, 1986. С. 269–308.
14. Леутин В. П. Адаптационная доминанта и функциональная асимметрия мозга // Вестник РАМН. 1998. № 10. С. 10–14.
15. Леутин В. П. Функциональная асимметрия мозга и адаптация // Функциональная межполушарная асимметрия: Хрестоматия. М.: Научный мир, 2004. С. 481–522.
16. Панин Л. Е. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск: Наука, 1983. 233 с.
17. Рубис Л. В., Масюк В. С., Хурцилава О. Г., Щербо А. П. Природные и социальные факторы риска заболеваемости острыми респираторными инфекциями // Эпидемиология и инфекционные болезни. 2008. № 5. С. 34–38.
18. Сидоров П. И., Парняков А. В. Клиническая психология: Учебник. 2-е изд., доп. М.: ГЭОТАР-МЕД, 2002. 864 с.
19. Сидорова О. А. Нейропсихология эмоций. М.: Наука, 2001. 147 с.
20. Симонов П. В. Созидющий мозг. М.: Наука, 1993. 110 с.
21. Фокин В. Ф. Эволюция центрально-периферической организации функциональной межполушарной асимметрии // Функциональная межполушарная асимметрия: Хрестоматия. М.: Научный мир, 2004. С. 47–79.
22. Хаснулин В. И., Шестаков С. И., Степанов Ю. М., Скосырева Г. А. Функциональная асимметрия организма и приспособляемость человека к жизни и работе в Заполярье // Региональные особенности здоровья жителей Заполярья. Новосибирск: Наука, 1983. С. 62–67.
23. Хватова М. В., Юрьева Т. В. Состояние когнитивно-эмоциональной сферы как фактор психосоматического здоровья студентов // Валеология. 2003. № 2. С. 39–43.
24. Холмская Е. Д., Батова Н. Я. Мозг и эмоции (нейропсихологическое исследование). М.: Изд-во МГУ, 1992. 180 с.
25. Чухрова М. Г., Хорошилова Л. С. Трансформация личности в условиях Севера и ее связь с психосоматической патологией // Бюллетень СО РАМН. 2006. Т. 4. № 122. С. 132–134.
26. Bucci W. Symptoms and symbol: a multiple code theory of somatization // Psychoanalytic Inquiry. 1997. № 17. P. 151–172.
27. Campbell R. A. Lateralization of emotion: a critical review // Int. J. Psychol. 1982. № 17. P. 2–3.
28. Davidson R. J., Jackson D. C., Kalin N. H. Emotion, plasticity, context, and regulation: perspectives from affective neuroscience // Psychol. Bull. 2000. № 126. P. 890–909.
29. Kauhanen J., Kaplan G. A., Cohen R. D., Julkunen J., Salonen J. T. Alexithymia and risk of death in middle-aged men // J. Psychosom. Res. 1996. Vol. 1. № 6. P. 541–549.
30. Kauhanen J., Kaplan G. A., Cohen R. D., Salonen R., Salonen J. T. Alexithymia may influence the diagnosis of coronary heart disease // Psychosomatic medicine. 1994. № 56. P. 237–244.
31. McGlone J. Sex difference in the human brain asymmetry: a critical survey // Behav. and Brain Sci. 1980. Vol. 3. № 2. P. 215–263.
32. Nemiah J. S., Sifneos P. E. Affect and fantasy in patients with psychosomatic disorders // Modern trends in psychosomatic medicine / Ed. O. W. Hill. London: Butterworths, 1970. № 2. P. 26–4.
33. Sifneos P. E. The prevalence of alexithymic characteristics in psychosomatic patients // Psychother Psychosom. 1973. № 22. P. 255–262.
34. Spalletta G., Pasini A., Costa A., De Angelis D., Ramundo N., Paolucci S., Calta-girone C. Alexithymic features in stroke: effects of laterality and gender // Psychosom. Med. 2001. Vol. 63. № 6. P. 944–950.
35. Taylor G. J. Alexithymia: Concept, measurement and implications for treatment // Am. J. Psychiat. 1984. Vol. 141. № 6. P. 725–732.
36. Taylor G. J., Ryan D., Bagby R. M. Toward the development of a new self-report alexithymia scale // Psychother. Psychosom. 1985. Vol. 44. P. 191–199.

УДК 614.2

БОРИС ЕВГЕНЬЕВИЧ РОМАНОВ

кандидат медицинских наук, старший преподаватель курса общественного здоровья и здравоохранения кафедры детской хирургии медицинского факультета ПетрГУ
brom44@mail.ru

АЛЕКСАНДР АНАТОЛЬЕВИЧ ФОМИН

доктор медицинских наук, профессор, заведующий курсом общественного здоровья и здравоохранения кафедры детской хирургии медицинского факультета ПетрГУ
aafom@psu.karelia.ru

ОБЩЕСТВЕННЫЕ ОРГАНИЗАЦИИ КАК СУБЪЕКТ МЕДИКО-СОЦИАЛЬНОЙ РАБОТЫ

Работа посвящена решению управленческой задачи, связанной с конкурсным выделением государственных средств на социальные проекты общественным организациям, ведущим медико-социальную работу с инвалидами на уровне субъекта Федерации.

Ключевые слова: общественные организации, Министерство здравоохранения и социальной защиты РК, медико-социальная работа, инвалиды, Межведомственная комиссия, Управление Федеральной регистрационной службы по РК

ВВЕДЕНИЕ

Министерство здравоохранения и социального развития Республики Карелия (МЗ и СР РК) решало в середине 1990-х годов задачи выделения средств на социальные проекты общественным организациям без официально опубликованной и утвержденной методики или нормативно-правового документа по регулированию подобных проблем, что естественно вызывало возмущение общественности. Следствием подобных решений становилось появление вопросов о целесообразности и эффективности использования выделенных общественным организациям государственных финансовых средств.

Возможности диалога государственных и общественных структур для улучшения системы здравоохранения связаны с изменением общей экономической ситуации в стране за последние три года, когда появилась возможность объявлять российские и региональные конкурсы на выделение государственных средств общественным организациям на социальные проекты, на-

правленные в том числе и на реабилитацию, трудоустройство инвалидов, что косвенно влияет на изменение в лучшую сторону показателя смертности взрослого населения. Таким образом, общественные организации, ведущие медико-социальную работу с инвалидами и выигравшие конкурс, включались в «линейку» системы здравоохранения на конкурсных правилах и наряду с медицинскими организациями становились по сути исполнителями политики МЗ и СР РК в части достижения поставленных перед министерством задач.

Созданная нами региональная методика информационного диалога между представителями государства (МЗ и СР РК и Управлением федеральной регистрационной службы по РК) и общественными организациями, ведущими медико-социальную работу с инвалидами, по сути и предназначению позволяет оформить партнерские отношения между субъектами конкурса на профессиональном уровне понимания целей и задач МЗ и СР РК и выделения под эти задачи оптимальных государственных средств.

МЕТОДИКА КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ

Нами создана методика комплексной оценки общественной организации и ее руководителя, в которую вошли: классификация общественных организаций, ведущих медико-социальную работу с инвалидами, карта экспертной оценки общественной организации по 12 блокам критериев с выделением типа общественной организации, анкета руководителя и карта экспертной оценки руководителя по 5 блокам критериев с оценочными показателями на соответствие должности и анкета социологического исследования.

На основании проведенного исследования 45 общественных организаций Республики Карелия в 2004–2008 годах и на основе философской категориальной пары «естественное – искусственное» или «стихийное – организованное» нами обоснована классификация типов (по профессиональному критерию) общественных организаций, ведущих медико-социальную работу с инвалидами: социальный I (С I), социальный II (С II), социальный III (С III), социальный IV (С IV). Последние три типа организаций представляют собой объединение нескольких подтипов: социально-трудовой (СТ), социально-реабилитационный (СР), социально-гуманитарный (СГ), выделенных нами в результате исследования и имеющих разные цели и уставные задачи (рис. 1).



Рис. 1. Структура формирования новых подходов к выделению типов общественных организаций, ведущих медико-социальную работу

Системный анализ всей предоставленной информации позволил определить профессионализм в деятельности общественной организации как классифицирующий критерий выделения типов общественных организаций, ведущих медико-социальную работу. Для этого сначала задается некоторый видовой признак профессиональной деятельности (общий тип медико-социальной деятельности). Наиболее общими из таких типов деятельности, для которых можно ввести различия компетентного и некомпетентного, представляются следующие: деятельность общественной организации в качестве юридического лица или без регистрации, индивидуальная (профессиональная) и общественная работа руководителя, социальная организованная деятельность, медико-социальная работа (самообследование, самопомощь, взаимопомощь, служба ми-

лосердия) и социокультурная деятельность. В основу выделения этих типов в качестве критерия взята философская категориальная пара «естественное – искусственное» или «стихийное – организованное» [2], [3].

Для выделения типов общественных организаций использовали карту экспертной оценки общественной организации, ведущей медико-социальную работу с инвалидами, содержащую оценку по 12 блокам характеристик [5]: 1-й блок – официальные атрибуты общественной организации; 2-й – внутреннее строение и органы управления общественной организации; 3-й – количество постоянных членов общественной организации (по заявлению на отчетно-выборной конференции); 4-й – финансирование общественной организации; 5-й – наличие имущества в собственности общественной организации; 6-й – вступление в ассоциации (союзы) на территории субъекта РФ; 7-й – наличие связей с общероссийскими или межрегиональными общественными организациями; 8-й – наличие связей с зарубежными общественными организациями; 9-й – пользование правами общественной организацией в соответствии со ст. 27 Закона РФ «Об общественных объединениях»; 10-й – выполнение обязанностей общественной организации в соответствии со ст. 29 Закона РФ «Об общественных объединениях»; 11-й – медико-социальная работа и 12-й блок – внутренние медико-социальные ценности общественной организации (здоровье и семья инвалида).

Анкета руководителя общественной организации содержала общие сведения: ФИО; год рождения; образование; специальность по диплому; место работы (если не работает – последняя должность); группа инвалидности; место жительства; семейное положение; домашний телефон; дата создания (государственной регистрации) общественной организации; сколько лет в этой общественной организации.

Карты экспертизы руководителя общественной организации заполнялись также экспертами и включают следующие блоки оценки: 1-й блок – способ занятия должности руководителя; 2-й – нахождение в должности руководителя (количество сроков и лет); 3-й – рост (сокращение) или стабилизация численности общественной организации; 4-й – выступления с медико-социальными инициативами (предложениями) в органах местного самоуправления или других организациях, средствах массовой информации; 5-й – взаимодействие с органами контроля над общественными организациями. Анкета руководителя и карта экспертизы апробированы на 18 руководителях общественных организаций в 2007 году, при этом итоговая оценка показала: 4 руководителя получили от 7 до 9 баллов (руководитель на своем месте); 10 руководителей получили от 4 до 5 баллов (руководитель работает с напряжением); 4 руководителя – 3 балла (требуется замена руководителя).

Для изучения влияния общественной организации инвалидов на ряд показателей было проведено социологическое исследование в форме анкетирования 404 членов общественной организации (выборка репрезентативная) [6], среди которых 149 мужчин и 255 женщин, при этом наибольшее число респондентов было представлено инвалидами 2-й группы. Вопросы в анкете содержали данные по следующим показателям: охват социальным обслуживанием, средняя продолжительность жизни больных с хронической патологией после установления заболевания (группы инвалидности), уровень минимального благосостояния членов организации [10].

РЕГИОНАЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

В основе региональной модели информационного взаимодействия общественных организаций, ведущих медико-социальную работу, и государственных органов при конкурсном выделении государственных средств находится методика комплексной оценки общественной организации и ее руководителя. Основным инструментом реализации модели является механизм Межведомственной комиссии.

В результате исследования определен состав Межведомственной комиссии, состоящей из следующих равноправных субъектов: представитель Министерства здравоохранения и социального развития Республики Карелия, представитель Управления Федеральной регистрационной службы по Республике Карелия, представитель Координационного совета общественных

организаций инвалидов Республики Карелия и представитель Федерального государственного учреждения высшего профессионального образования «Петрозаводский государственный университет (ПетрГУ)» (рис. 2).

Ежегодная работа по реализации социальных программ требует отработки своевременности и оперативности в информировании всех участников системы для заполнения документации. Чтобы система работала без сбоев, крайне необходимо наличие справочников и классификаторов с высокой степенью достоверности и доступности. Одним из важнейших направлений работы Межведомственной комиссии стало составление перечня справочников, классификатора, электронной базы данных, которые необходимы для реализации социальных программ с участием общественных организаций, определение ответственных за их ведение, апробацию, а также разработку регламента внесения изменений и дополнений в справочники, классификатор, базу данных, в том числе по завершении социальных программ. Перечень включил в себя 8 справочников, один классификатор и базу данных (см. таблицу).

Сформулированы 9 взаимосвязанных задач разной степени сложности и 9 способов решения по организации информационного взаимодействия общественных организаций и государственных органов, возникающих при экспертизе «образа» общественной организации, председателя и проектной документации, представленной на конкурс социальных проектов, которые отражают процедурные вопросы работы Межведомственной комиссии.



Рис. 2. Структура Межведомственной комиссии

Справочники, классификатор и база данных в системе реализации социальных программ Межведомственной комиссии

№	Наименование	Организация, ответственная за утверждение приказа о вводе в действие справочников, классификатора, базы данных, изменений и дополнений к ним	Организация, ответственная за ведение справочников, классификатора, базы данных, изменений и дополнений к ним	
			Региональный уровень	Районный, городской уровни
1	Справочник социальных программ РК	МЗ и СР РК	МЗ и СР РК	–
2	Справочник участников конкурса социальных программ РК	МЗ и СР РК	МЗ и СР РК	–
3	Справочник показателей, оценивающих эффективность социальных проектов	МЗ и СР РК	МЗ и СР РК	–
4	Справочник общественных организаций РК	УФРС по РК	УФРС по РК	–
5	Справочник председателей общественных организаций РК	УФРС по РК	УФРС по РК	–
6	Справочник по составу общественной организации	Общественная организация, подавшая заявку на конкурс	Общественная организация, подавшая заявку на конкурс	Общественная организация, подавшая заявку на конкурс
7	Справочник социологических исследований	Общественная организация, выигравшая конкурс	Общественная организация, выигравшая конкурс	Общественная организация, выигравшая конкурс
8	Классификатор общественных организаций медико-социальной направленности	Межведомственная комиссия	Межведомственная комиссия	Межведомственная комиссия
9	Справочник экспертов по общественным организациям	Межведомственная комиссия	Межведомственная комиссия	Межведомственная комиссия
10	База данных по экспертным заключениям	Межведомственная комиссия	Межведомственная комиссия	Межведомственная комиссия

Для реализации поставленных задач разработан модель информационного взаимодействия общественных организаций и государственных органов при конкурсном выделении финансовых средств на социальные проекты, которая может быть описана следующим образом (рис. 3):

1. Компетенция Министерства здравоохранения и социального развития является самой широкой и основной. Подобный порядок взаимодействия является структурным и содержательным соответствием целям и задачам заказчика и оценщика социальных проектов. Одним из достоинств предлагаемой модели является то, что в экспертном заключении о выделении или отказе в выделении финансовых средств на проект должны быть сформулированы критерии оценки как проекта, так и способности общественной организации и руководителя выполнить его. При этом «образ» руководителя и общественной организации формируют эксперты, отобранные Межведомственной комиссией, а в конфликтных, сложных случаях по инициативе МЗ и СР РК решение по проекту может принимать Межведомственная комиссия.

2. Главным источником экспертной информации об «образе» общественной организации и руководителя является карта экспертной оценки общественной организации и руководителя.
3. На основании данных экспертизы общественной организации и руководителя в соответствии с классификатором общественных организаций выносится экспертное заключение, которое позволяет судить о профессионализме руководителя, направлении деятельности и компетентности общественной организации.
4. На основании официальных отчетов общественных организаций Управление федеральной регистрационной службы по РК заполняет два справочника с данными из отчетов общественной организации и руководителя, которые являются базовой информацией для экспертов Межведомственной комиссии.
5. Компетенция общественной организации заключается в своевременной подаче документов на конкурсный отбор и участие в аналитической экспертизе на компетентность и профессионализм.

6. Межведомственная комиссия выполняет функции «банка информации», координатора информационных ресурсов с рекомендательными функциями в рамках информационно-

го пространства комиссии, при этом все экспертные заключения хранятся в базе данных и доступны для ознакомления участникам конкурса социальных проектов.

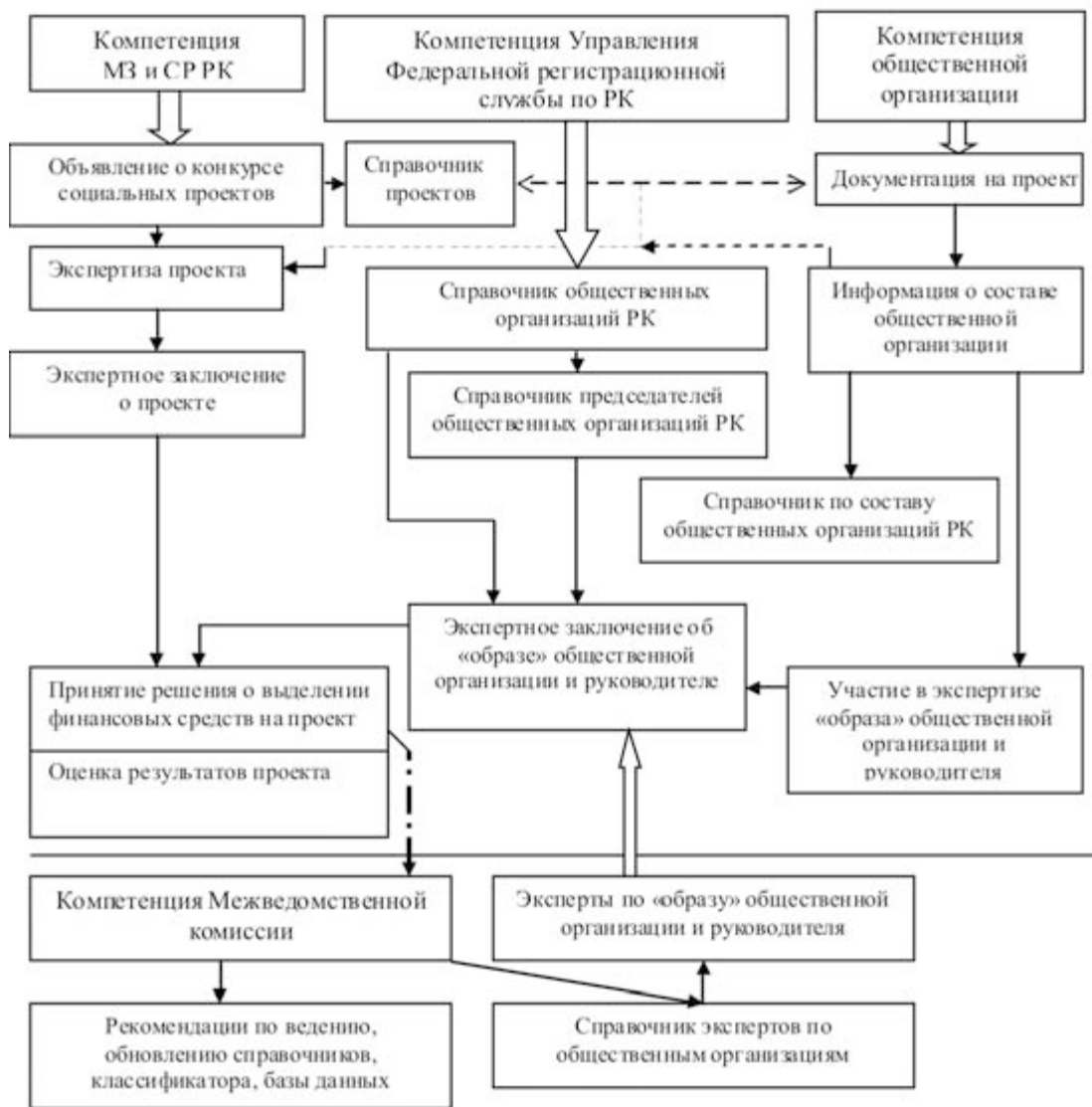


Рис. 3. Модель информационного взаимодействия общественных организаций и государственных органов при конкурсном выделении финансовых средств на социальные проекты

ВЫВОДЫ

Общественно-государственное партнерство является в Российской Федерации неотъемлемой частью системы охраны здоровья населения. При этом увеличение бюджета РФ неизбежно приводит к увеличению объемов общественно-государственного партнерства, что мы и наблюдаем в последние три года. Какие препятствия для развития этого партнерства существуют сегодня и как их преодолеть?

Ключевая роль здесь принадлежит Федеральному закону № 94-ФЗ от 21.07.2005 «О размеще-

нии заказов на поставки товаров, выполнение работ, оказание услуг для государственных и муниципальных нужд». Именно этим нормативным актом определяется порядок инвестирования средств государственного и муниципального здравоохранения в любой бизнес (или общественную организацию) в обмен на поставку продукции и оказание услуг. Закон носит универсальный характер и не учитывает отраслевой специфики, отдельные процедуры размещения государственных (муниципальных) заказов весьма емки по времени и чрезмерно бюрократизированы. Как их преодолеть?

На уровне Российской Федерации в соответствии с законом создана Общественная палата Российской Федерации, которая разрабатывает модели проведения Федеральных конкурсов. На уровне субъектов Федерации, в том числе в Республике Карелия, такой институт находится в стадии становления. Созданная нами региональная модель и методика будут дополнять существующую нормативно-правовую базу.

Своеобразным примером информационного взаимодействия общественных организаций инвалидов и государственных органов являются результаты опроса, проведенного в 2008 году МЗ и СР РК для выявления потребностей инвалидов трудоспособного возраста. Из 9800 опрошенных (74 % от общего числа инвалидов) 3230 (33 %) нуждаются в медицинской помощи, 357 (4 %) – в социальном обслуживании. Среди профессий, которые хотят получить инвалиды трудоспособного возраста, есть профессии врача, косметолога, лаборанта, медсестры.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В ходе проведенного исследования мы пришли к выводу, что общественные организации выделяют в качестве одной из основных целей своей деятельности социальную и медико-социальную работу, хотя в своей практической деятельности они пытаются решать конкретные проблемы, осуществлять социальную защиту и поддержку нуждающихся групп населения.

В становлении и развитии медико-социальной работы общественных организаций можно выделить два основных этапа:

I этап – 1957–1991 годы, когда медико-социальная работа была прерогативой одной общественной организации – Российского общества Красного Креста [1], [9]. Сформированные в 1960 году Бюро сестер по уходу за больными на дому стали основой для Службы милосердия Красного Креста (с 1989 года), существующей для оказания медицинской помощи, ухода, социально-бытового обслуживания одиноких престарелых граждан,

инвалидов, ветеранов войны и труда и некоторых других незащищенных категорий населения на территории Российской Федерации [7], [8].

II этап – с 1991 года по настоящее время, когда общественные организации медико-социальной направленности в большинстве случаев возникали в результате реакции людей с активной гражданской позицией на неспособность государственных органов эффективно заниматься разрешением социальных проблем современного общества. Добровольные объединения появлялись, как правило, в тех сферах, где государство показало свою неспособность в решении медико-социальных проблем. Общественные организации становятся как бы выражением первоначальной реакции тех или иных глобальных или внутригосударственных проблем, привлекая к ним внимание как общества, так и государства. Нередко благодаря усилиям общественных организаций находились нестандартные способы решения медико-социальных проблем, а для их реализации подключались нетрадиционные ресурсы. Именно общественным организациям государство передало решение социальных проблем. Правительство определило политику, разработало стандарты, имело бюджет, но как агентство, управляющее социальными услугами, оно оказалось некомпетентно [4].

Современный феномен общественных объединений представляет собой результат самоорганизации граждан и внедрения научно-технического прогресса в их бытовую жизнь, включая контроль за состоянием здоровья (самоконтроль артериального давления, глюкометрия, пользование слуховыми аппаратами, контактными линзами и т. п.). Поэтому медико-социальная работа в изученных общественных организациях осуществляется в трех формах: самообследование, самообслуживание, взаимобслуживание. При этом формы самообследования и самообслуживания являются основными во всех организациях, форма взаимобслуживания более характерна для общественных организаций родителей, имеющих детей-инвалидов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. 100 лет Красного Креста в нашей стране / Под ред. Г. А. Митерева. М.: Медицина, 1967. 298 с.
2. Анисимов О. С. Методология на рубеже веков. М.: Изд-во РАГС, 2004. 763 с.
3. Емельянов А. Л. Уровни профессионализма в управленческой деятельности // Менеджмент в России и за рубежом. 1998. № 5. С. 67–77.
4. Либоракина М. И., Никонова Л. С. Социальное партнерство: взаимодействие между государственными, коммерческими и общественными структурами. М.: Фонд «Ин-т экономики города», 2001. 72 с.
5. Медик В. А., Юрьев В. К. Курс лекций по общественному здоровью и здравоохранению. Ч. 3: Экономика и управление здравоохранением. М.: Медицина, 2003. 392 с.
6. Решетников А. В. Социология медицины (введение в научную дисциплину): руководство для мед. вузов. М.: Медицина, 2002. 976 с.
7. Романов Б. Е., Пушкин В. З. Истоки милосердия (к 100-летию Карельского Красного Креста). Петрозаводск: Госкомиздат, 1992. 80 с.
8. Сестры милосердия России / Под общ. ред. Н. А. Белякова. СПб.: Лики России, 2005. 392 с.
9. Тернова Н. А., Чухно В. О. Страницы истории отечественного Красного Креста. М.: Медицина, 1986. 32 с.
10. Цели и задачи российского здравоохранения на 2006–2008 гг. М., 2006. 115 с.

УДК 519.157

АННА МИХАЙЛОВНА ВОРОНОВА

аспирант кафедры прикладной математики и кибернетики
математического факультета ПетрГУ

voronova_am@petrsu.ru

РОМАН ВЛАДИМИРОВИЧ ВОРОНОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры прикладной
математики и кибернетики математического факультета
ПетрГУ

rvoronov@karelia.ru

МАКСИМ АНАТОЛЬЕВИЧ ПИСКУНОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии и
оборудования лесного комплекса лесоинженерного фа-
культета ПетрГУ

piskunov_mp@list.ru

**ЗАДАЧА РАЗМЕЩЕНИЯ ВОЛОКОВ И ПОГРУЗОЧНЫХ ПУНКТОВ НА ЛЕСОСЕКЕ
И ВОПРОСЫ ПРИМЕНЕНИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ СХЕМ НА ПРАКТИКЕ**

В статье представлена математическая модель задачи размещения погрузочных пунктов и схемы волоков на лесосеке. Рассмотрены проблемы реализации полученных схем на практике и пути их решения. Дано описание процедуры проведения подготовительных работ при разработке лесосеки.

Ключевые слова: трелевочный волок, свойства грунта, гиперграф, нечеткое множество, оптимизация, навигатор

Исследования в области снижения воздействия трелевочного трактора на грунты при разработке лесосеки в весенне-осенний и летний периоды являются актуальными. Повреждение почвы трелевочными тракторами выражается в уплотнении грунта, разрушении почвенных горизонтов, образовании колеи, что приводит к заболачиванию территории лесосеки, нарушению экосистемы подлеска и замедлению лесовосстановительного процесса.

Для уменьшения воздействия трелевочной техники на лесные почвы при размещении погрузочных пунктов и транспортной сети лесосеки необходимо учитывать тип грунта, характеристики влажности, плотности грунта, уменьшать расстояние трелевки, направлять основные транспортные потоки через участки с твердыми грунтами, способными выдерживать большие нагрузки, и разгружать участки с текучим грунтом.

Целью нашей работы является решение задачи оптимального размещения погрузочных пунктов и сети волоков на лесосеке с учетом особенностей грунта и рельефа лесосеки. Для достижения поставленной цели необходимо решение сле-

дующих задач: построение математической модели лесосеки; разработка алгоритмов поиска размещения погрузочных пунктов и сети волоков на территории лесосеки; создание программной системы, реализующей алгоритмы.

Приведем описание математической модели лесосеки.

Предположим, что вся территория лесосеки разделена на непересекающиеся небольшие участки произвольной формы. В частности, форма участков может быть прямоугольной или квадратной. На каждом участке выделим какую-нибудь точку в центре и в дальнейшем будем называть ее центральной точкой участка. Будем считать, что свойства типа грунта на центральной точке характеризуют свойства участка. Для каждого участка лесосеки будем считать известными объем леса на участке и тип грунта. Частью волока будем считать отрезок, соединяющий центральную точку одного участка с центральной точкой другого участка. Часть волока определяет путь, двигаясь по которому трелевочный трактор загружает пачку леса. При движении по части волока происходит сбор леса

не только с крайних участков (начала и конца отрезка), но и с близлежащих к волоку участков. Множество участков, с которых осуществляется сбор леса при проезде по части волока, определяет территорию сбора пачки леса.

Каждый участок может характеризоваться несколькими типами грунта. Информация о типе грунта может быть получена из разных источников: при анализе типа леса, произрастающего на территории лесосеки (сосновый, еловый, лиственный лес), при взятии точечных проб влажности грунта, при осмотре лесосеки мастером и выделении категорий типа грунта, при анализе снимков территории лесосеки, выполненных с борта летательного аппарата. Разные источники информации обладают разной степенью доверия к данным, полученным с их помощью. Будем считать, что для каждого источника данных определена степень доверия. Соответственно, для каждого участка могут быть определены разные типы консистенции грунта с разными степенями принадлежности, значение которых отражает степень уверенности к имеющимся данным. Функция принадлежности – это функция, характеризующая степень принадлежности участка лесосеки к типу грунта. Принимает значения на отрезке $[0, 1]$.

Перейдем к формальному описанию задачи. Математическую модель лесосеки представим в виде гиперграфа $G=(V, E, A)$, в котором V – множество вершин графа, $E \subset V \times V$ – множество дуг графа [2]. В гиперграфе вершине соответствует небольшой участок лесосеки, для которого известен объем произрастающего леса и возможные типы грунта со степенями принадлежности к ним. В гиперграфе дуге соответствует часть волока, двигаясь по которой трелевочный трактор полностью загружается лесом (деревьями, хлыстами, сортиментами) и разворачивается для возврата на верхний склад. Каждой дуге e соответствует подмножество вершин V_e , $V_e \subset V$, $e \in E$, определяющее множество участков лесосеки, с которых происходит сбор леса при проезде по части волока, обозначенного дугой e . Определим множество гипердуг графа A : $A = \{V_e | e \in E\}$.

В модели предполагаем, что сбор леса происходит целиком со всего участка, соответствующего вершине гиперграфа, то есть партиями, равными объему леса на этих участках. Территория лесосеки, которая соответствует гипердуге, определяет территорию сбора одной пачки леса.

Для каждой вершины известен объем леса (m^3): $K(w)$, $\forall w \in V$.

Введем ограничение на сбор целой пачки деревьев при проезде по части волока, соответствующей дуге:

$$\sum_{w \in V_e} K(w) \leq P, \quad \forall e \in E,$$

где P – объем пачки леса для трелевочного трактора (m^3).

Определим типы грунта. Обозначим J – индексное множество консистенций грунта. Будем полагать, что $J = \{1, \dots, k\}$. Для каждого $i \in J$ обозначим θ_i – значение консистенции грунта, $\Theta = \{\theta_1, \dots, \theta_k\}$. Например: θ_1 – текучий грунт, θ_2 – мягкопластичный грунт, θ_3 – твердопластичный грунт, θ_4 – твердый грунт.

Функция принадлежности значений консистенции грунта $\theta_i: \mu_i: \rightarrow [0, 1]$, $i = 1, \dots, k$.

Для каждой вершины известны значения функции принадлежности к каждой консистенции грунта: $\mu_i(w)$, $i = 1, \dots, k$, $\forall w \in V$. Таким образом, каждую консистенцию грунта θ можно рассматривать как нечеткое множество $\{(w, \mu_i(w)) | w \in V\}$ [3].

Определим консистенции грунта для волоков, используя данные степеней принадлежности к консистенциям грунта для вершин, инцидентных гипердуге соответствующей дуги: принадлежность к каждой консистенции грунта для каждой дуги определяется как средняя принадлежность к определенной консистенции грунта по вершинам, близко расположенным к дуге. Зададим функцию $\Omega_i(e)$, $i = 1, \dots, k$, которая показывает степень принадлежности каждой дуги к каждой консистенции грунта $\Omega: \Theta \times E \rightarrow [0, 1]$:

$$\Omega_i(e) = \frac{\sum_{w \in V_e} \mu_i(w)}{|V_e|}, \quad \forall i = 1, \dots, k, \quad \forall e \in E.$$

Если волок пролегает по территории с одной консистенцией грунта, то будем считать ее в качестве консистенции грунта для волока со значением степени принадлежности, равным единице. Если же волок пролегает по территории с разной консистенцией грунта, то поставим в соответствие волоку несколько консистенций грунта с разными степенями принадлежности.

Колею, которая образуется на волоках после проездов трелевочного трактора, также классифицируем по показателю глубины на уровни допустимости. Выделим недопустимо глубокую, критическую, глубокую, рекомендуемую колею. Для этого введем множество обобщенных значений колеи: $\Lambda = \{\lambda_1, \dots, \lambda_s\}$.

Для определенности будем считать, что λ_1 соответствует самой глубокой колее, появление которой считается недопустимым при трелевке леса. Далее при увеличении индекса глубина колеи постепенно уменьшается, последний тип колеи рекомендуется для проведения лесосечных работ. Например: λ_1 – недопустимо глубокая колея, λ_2 – критическая колея, λ_3 – глубокая колея, λ_4 – рекомендуемая (нормальная) колея.

Функция принадлежности обобщенных значений глубины колеи $\lambda_t: \nu_t: \rightarrow [0, 1]$, $t = 1, \dots, s$.

Далее зададим зависимость образования каждой категории колеи при увеличении числа проездов трелевочного трактора по грунту с каждой консистенцией: $\Phi: \Theta \times Z^+ \times \Lambda \rightarrow [0, 1]$, где Z^+ – множество неотрицательных целых чисел: $Z^+ = \{0, 1, 2, \dots\}$.

Значения функции $\Phi(\theta, n, \lambda)$ определяют нечеткое описание глубины колеи λ после n проездов по волоку с консистенцией θ . Эта зависимость имеет нечеткий характер, так как на образование глубины колеи влияет большое число трудноформализуемых факторов: погодные условия в период разработки лесосеки, укрепление участков волока порубочными остатками, вес трелевочного трактора, давление в шинах трелевочного трактора и др. Поэтому невозможно с уверенностью установить тип образующейся после проездов техники колеи. Однако эксперты способны определить один или несколько возможных исходов образования типа колеи с некоторой долей уверенности для предполагаемого типа консистенции грунта при определенном числе проездов трелевочной техники.

Искомым в задаче является корневое дерево, покрывающее гиперграф. Определим корневое покрывающее дерево.

Будем говорить, что дуга $e \in E$ покрывает вершину $w \in V$, если $w \in V_e$. Граф $G' = (V', T)$, где $V' \subset V$, $T \subset E$, назовем покрытием графа G , если для каждой вершины $v \in V$ графа в множестве T найдется покрывающая ее дуга:

$$\bigcup_{e \in T} V_e = V.$$

Обозначим $E_T^-(e)$ – подмножество множества T дуг, входящих в начало дуги e : $E_T^-(e) = \{e' | e = (u, v), e' = (w, u), e' \in T\}$.

Если граф G' является корневым деревом, у которого все дуги направлены к корню, то G' будем называть корневым покрывающим деревом гиперграфа G . В таком случае в корне дерева будет находиться погрузочный пункт. Определим для каждой дуги e дерева T число дуг, являющихся ее потомками в дереве (включая и саму дугу e):

$$h_T(e) = 1 + \sum_{e' \in E_T^-(e)} h_T(e').$$

Так, для дуг e , инцидентных листьям дерева, $h_T(e) = 1$.

В качестве критерия оптимальности задачи определим лексикографическую целевую функцию $(y_1(T), \dots, y_s(T)) \rightarrow \min$, которая минимизирует количество участков волоков T покрывающего дерева G' по приоритетам в порядке убывания: с недопустимой глубиной колеи, с критической колеей, с глубокой колеей, с рекомендуемой колеей. Компонента $y_i(T)$ – число дуг дерева T , соответствующих волокам с глубиной колеи категории λ_i :

$$y_i(T) = \sum_{e \in T} \sum_{i=1}^k \min(\Omega_i(e), \Phi(\theta_i, h_T(e), \lambda_i)).$$

Определим отношение лексикографического порядка на множестве векторов $(y_1, \dots, y_s)$. Будем считать $(y_1, \dots, y_s) > (y'_1, \dots, y'_s)$, если существует такое q , $1 \leq q \leq s$, что $y_j = y'_j$ для $j = 1, \dots, q-1$ и $y_q > y'_q$.

Сформулируем задачу: для заданного гиперграфа $G = (V, E, A)$ найти корневое покрывающее дерево $G' = (V', T)$, для которого вектор $(y_1(T), \dots, y_s(T))$ принимает минимальное значение.

Чтобы найти несколько погрузочных пунктов на территории лесосеки, надо искать покрытие заданного гиперграфа в виде леса из корневых деревьев. Количество корневых деревьев укажет количество погрузочных пунктов на лесосеке.

Полученная математическая модель учитывает следующие особенности лесосеки:

- произвольную форму лесосеки;
- наличие неэксплуатируемых территорий на лесосеке: участков молодняка, сильно заболоченных территорий, не покрытых лесом площадей, рек, ручейков и других объектов, не пригодных для рубки;
- неравномерность плотности произрастания леса на территории лесосеки и, соответственно, неодинаковые размеры участков набора пачки деревьев, хлыстов или сортиментов;
- изменение влажности почвы с течением времени.

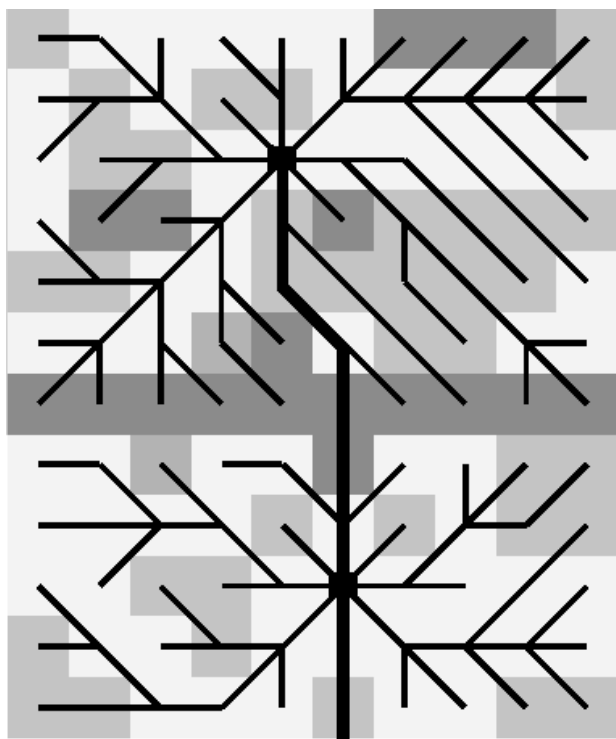
При разработке методов решения задачи возможно применение нескольких подходов. Если известными являются стандартные схемы размещения волоков на лесосеке, то предполагается использование переборных методов для поиска лучших схем волоков по изложенному выше критерию оптимальности задачи. Если изначально стандартные схемы размещения волоков не заданы, то построение корневого покрывающего дерева, которое определяет схему волоков, на заданном гиперграфе осуществляется методом динамического программирования.

Применение математических моделей и полученных решений на практике неизбежно приведет к необходимости решения двух основных проблем. Связано это с тем, что практическая реализация математических моделей и методов требует структуризации входных данных и формализации правил вывода, алгоритмов расчета. Если без использования математических моделей и методов мастер производит на глаз осмотр лесосеки и, используя свой опыт, определяет место размещения погрузочных пунктов и направления магистральных волоков, к которым далее примыкают пасечные волока, то при использовании математических моделей и методов необходимы входные данные, выраженные количественно. Если мастеру для принятия решения было достаточно обойти часть лесосеки, то при использовании математических методов необходимы данные обо всей лесосеке.

Таким образом, первая проблема состоит в сложности сбора данных о свойствах грунта (влажности, рельефе) на лесосеке. Альтернативой осмотру лесосеки мастером может стать измерение влажности грунта путем взятия проб на территории лесосеки, причем с небольшим ша-

гом, так как характеристики грунта изменяются из-за его неоднородности. Опыт проведения измерений показал, что при взятии проб грунта с шагом в десять метров между соседними пробами возможны отклонения по абсолютной влажности на 60–80 %. При анализе проб влажности можно выделить различные категории грунта: зоны с устойчивым грунтом, зоны с переувлажненным грунтом и др. Рельеф также оказывает сильное влияние на выбор мест размещения погрузочных пунктов и возможность прокладывания волоков на лесосеке. Так, погрузочный пункт не может располагаться в низине (на болоте), на большой возвышенности, так как нагруженный трелевочный трактор может преодолевать ограниченные перепады высоты. Сбор данных о влажности путем взятия проб грунта и измерения высот на местности ручным способом является очень трудоемким процессом.

Вторая проблема появляется в процессе применения полученных схем волоков непосредственно на лесосеке. Получаемые в результате расчета оптимальные схемы размещения волоков и погрузочных пунктов сильно отличаются от стандартных схем, легко проектируемых на местности (см. рисунок). Вследствие сложности рассчитанных схем нетривиальной задачей становится разметка волоков на местности, проведение валки деревьев в соответствии со схемой волоков.



Рассчитанная схема размещения волоков на лесосеке с двумя погрузочными пунктами

Для решения указанных проблем возможно применение современных технических средств,

которые облегчат и ускорят рутинную работу сбора данных и разметки волоков на местности:

- приборов для точечного определения свойств грунта с привязкой к географическим координатам территории при проведении осмотра лесосеки;
- сверхвысокочастотного радиометрического оборудования, позволяющего получить информацию о свойствах грунта без непосредственного соприкосновения прибора с землей – при сканировании территории с борта летательного аппарата: со спутника, самолета, вертолета [1]. Принцип работы данного оборудования состоит в излучении радаром зондирующего импульса и приеме его отраженным от грунта лесосеки. В зависимости от параметров принятого сигнала определяются примерные характеристики грунта. Такие приборы позволяют определять влажность, плотность грунта, глубину пролегания грунтовых вод, химический состав почвы, плотность лесного покрова территории и т. д. Для каждого изучаемого вида свойств прибор выделяет определенное количество градаций, по которым происходит деление территории. В результате сверхвысокочастотной радиометрии территория лесосеки делится на 7–10 зон по влажности, 5–7 зон по плотности лесного покрова и т. д.;
- систем навигации, установленных в кабинах валочной машины и трелевочного трактора, для отображения полученной схемы размещения волоков и погрузочных пунктов на местности и выдачи инструкций по управлению направлением движения валочной машины и трелевочного трактора.

Особенно значительный эффект ожидается при использовании данных исследований для системы машин харвестер и форвардер, где рекомендации по направлению движения выдаются оператору харвестера, который в процессе валки определяет схему волоков.

Приведем возможную схему взаимодействия инженера, осуществляющего разработку технологической документации и организующего проведение подготовительных работ при разработке лесосеки, и операторов лесозаготовительной машины и трелевочного трактора с использованием современных программно-технических средств:

- инженер, осуществляющий подготовительные работы, отмечает границы лесосеки на карте, используя навигатор. При этом данные о рельефе (карта с высотами над уровнем моря) передаются в компьютер мастера;
- инженер при осмотре лесосеки проводит сбор данных о свойствах грунта одним из способов: с помощью прибора для оперативного измерения точечных значений влажности, плотности грунта при непосредственном соприкосновении прибора с почвой или с помощью сверхвысокочастотных приборов, осуществляющих сканирование

территории лесосеки с вертолета, самолета или со спутника. Полученные характеристики поступают в компьютер мастера с указанием координат точек сбора информации;

- после завершения сбора данных инженер запускает программу расчета, которая обрабатывает полученную информацию о рельефе и характеристиках грунта на лесосеке, строит схему размещения погрузочных пунктов и волоков на лесосеке, формирует технологическую карту. Мастер может редактировать полученную схему погрузочных пунктов и волоков в соответствии со своими знаниями и опытом;
- оператор лесозаготовительной машины осуществляет валку леса в соответствии с полученной схемой волоков, двигаясь согласно инструкциям навигатора, установленного в кабине лесозаготовительной машины;
- оператор трелевочного трактора, в котором установлена система навигации, осуществляет трелевку деревьев, хлыстов или сортиментов также в соответствии с полученной схемой волоков, согласно инструкциям навигатора трелевочного трактора.

Для осуществления этой схемы необходимо следующее оборудование:

- компьютер;
- прибор для точечного определения свойств грунта, доступ к системе со сверхвысокочастотным радиометрическим прибором;
- лесозаготовительная машина и трелевочный трактор, оборудованные навигаторами;

- программное обеспечение, осуществляющее расчет и поиск места размещения погрузочных пунктов и схемы волоков на лесосеке, обеспечивающее согласованную работу приборов, компьютера и навигатора.

На сегодняшний день комплектация валочных машин и трелевочных тракторов позволяет оборудовать кабины системой навигации на местности, однако возможности установленных систем ориентирования используются не полностью, чаще всего для установления места расположения валочных машин и трелевочных тракторов или точек, где находятся невывезенные пачки леса. Более широкое применение предполагает управление траекторией движения валочных машин и трелевочных тракторов в соответствии с заданной схемой маневрирования, которая рассчитывается с учетом особенностей каждой конкретной лесосеки. Необходимой компонентой такого взаимодействия является программное обеспечение, которое предназначено для расчета оптимальной схемы размещения погрузочных пунктов и волоков на лесосеке исходя из характеристик грунта.

Использование алгоритмов расчета оптимальных схем волоков и связанных с ними погрузочных пунктов, а также применение полученных результатов в совокупности с системами сбора данных и отображения результата на местности позволит в комплексе решить задачу снижения негативного воздействия трелевочного трактора на грунты лесосеки.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Арманд А. Н., Тищенко Ю. Г., Аблязов В. С., Халдин А. А. Спутниковые СВЧ радиометры дециметрового диапазона // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса: Физические основы, методы и технологии мониторинга окружающей среды, потенциально опасных явлений и объектов: Сб. науч. ст. Вып. 5. Т. I. М.: ООО «Азбука-2000», 2008. С. 214–218.
2. Берштейн Л. С., Боженюк А. В. Нечеткие графы и гиперграфы. М.: Научный мир, 2005. 256 с.
3. Яхьяева Г. Э. Нечеткие множества и нейронные сети: Учеб. пособие. М.: Интернет-Университет Информационных Технологий; БИНОМ. Лаборатория знаний, 2006. 316 с.

УДК 004.9

АНАТОЛИЙ ЛЕОНИДОВИЧ ЗАБРОВСКИЙведущий программист отдела телекоммуникаций РЦНИТ
ПетрГУ

z_anatoliy@psu.karelia.ru

СИСТЕМА ИНТЕРАКТИВНОГО ОБУЧЕНИЯ В СЕТИ ИНТЕРНЕТ

Статья посвящена системе интерактивного обучения в Интернете. Приведена конкретная система и примеры ее использования.

Ключевые слова: интерактивное обучение, Интернет, дистанционное обучение

Известно, что внедрение новых информационных технологий в учебном процессе как в вузах, так и в школах является очень перспективным направлением в области получения знаний (см. об этом: [1], [4], [5], [6]). Дистанционное обучение начинает все чаще и чаще использоваться в образовательном процессе. Развитие Интернета открывает все более обширные возможности для общения и обмена знаниями, стирая географические границы между участниками образовательного процесса. Таким образом, на сегодняшний день создание эффективных и общедоступных систем интерактивного обучения, проведения консультаций и общения между участниками учебного процесса становится все более актуальным и востребованным.

Существующие специализированные системы дистанционного обучения, или программные продукты, позволяют быстро создавать учебные курсы и системы тестирования, а обучающимся предлагается удобный интерфейс для получения необходимых знаний. Такого рода системы – стандартные, как правило, они не лишены и некоторых недостатков, среди которых можно назвать отсутствие интерактивно-

го видеообщения, показа слайдов в реальном режиме времени и др.

В свою очередь, наши исследования выявили, что те системы, которые уже включают в себя визуальное взаимодействие с преподавателем, также имеют определенные недостатки. В качестве главных недостатков можно отметить высокую цену, неполную функциональность, громоздкость и необходимость установки сторонних потоковых или иных серверов. В то же время большинство существующих систем используют кодеки, не позволяющие обеспечить качественную передачу видеозображения, и поддерживают ограниченное количество клиентов, которые могут подключиться к трансляции. Некоторые из систем ведут себя нестабильно после длительного времени работы или при большом числе подключений пользователей, поэтому иногда их приходится перезагружать, что совершенно неприемлемо для данного рода систем. Многие из систем зависят от определенной операционной системы и требуют установки дополнительного громоздкого программного обеспечения на стороне обучающегося.

Учитывая эти недостатки и актуальность совершенствования качества дистанционного обучения, нами была разработана система интерактивного обучения и проведения консультаций через Интернет на основе бесплатно распространяемого программного обеспечения, которая устраняет большинство проблем, возникающих или связанных с интерактивной частью систем дистанционного обучения. Основные требования, которые ставились при создании данной системы, следующие:

1. Стабильная работа системы в течение длительного времени.
2. Функционирование на основе свободно распространяемого программного обеспечения.
3. Удобный web-интерфейс для подключения к трансляции.
4. Удобный административный интерфейс.
5. Применение эффективных способов кодирования и передачи видео- и аудиосигнала.
6. Обеспечение непрерывной синхронизации видео- и аудиопотоков.
7. Возможность показа слайдов.
8. Одновременное создание нескольких видеоконнат.
9. Наличие чата для обмена текстовыми сообщениями.

Созданная система интерактивного обучения и проведения консультаций через Интернет Петрозаводского государственного университета в основном отвечает всем поставленным требованиям и использует передовые протоколы (RTP / RTSP) передачи аудио- и видеоданных в реальном режиме времени [2], [3]. Использование данных протоколов позволяет передавать потоковые данные даже в загруженных сетях. Кодирование видео осуществляется кодеком MPEG4, тем самым обеспечивается хорошее качество видео при небольшом потоке данных, порядка 256 Кбит/с. Показ слайдов преподавателем организован за счет передачи отдельных слайдов-изображений на web-интерфейс клиентов. Доступ пользователей к интерактивному обучению осуществляется через web-портал, доступный по адресу <http://iptv.karelia.ru>. Прежде чем пользователь получит доступ к трансляции, ему необходимо зарегистрироваться на портале.

Таким образом, данная система предоставляет возможность использовать новые средства обучения, такие как видеолекции с возможностью показа презентации и обсуждением тем в реальном режиме времени в образовательном процессе.

Система интерактивного обучения Петрозаводского государственного университета была протестирована и запущена в эксплуатацию в феврале 2009 года.

На сегодняшний день с использованием данной системы был реализован проект по проведению интернет-консультаций по ЕГЭ для старшеклассников г. Петрозаводска и учеников школ

районов Республики Карелия. Преподаватели ПетрГУ провели консультации по предметам, которые входят в перечень вступительных испытаний по специальностям и направлениям университета на 2009/10 учебный год. Всего было проведено 33 интернет-консультации длительностью от одного до двух часов каждая.

22 апреля 2009 года с использованием данной системы была организована трансляция выступлений студентов физико-технического факультета 61-й студенческой конференции. Все подключившиеся к трансляции пользователи могли видеть изображение выступающего, слайды презентации в реальном режиме времени, задавать вопросы в чате и голосовать за понравившийся доклад-выступление.

25 апреля 2009 года модуль видеовещания разработанной системы применялся для трансляции ежегодной интернет-конференции Главы Республики Карелия Сергея Леонидовича Котанандова.

После проведения вышеописанных мероприятий с использованием созданной системы интерактивного обучения и проведения консультаций через Интернет было выяснено, что необходимо провести дополнительный анализ эффективности тех или иных визуальных средств и форм отображения информации. Так как некоторые из преподавателей, участвующие в проведении интернет-консультаций по ЕГЭ, считают, что привычный рукописный текст порой более удобен для восприятия обучающихся, они предлагают излагать свой материал или делать краткие пояснения по слайдам в рукописном виде. В ходе анализа данной разработки были выявлены следующие недостатки:

1. Интерфейс управления показом слайдов является отдельным приложением, работающим под операционной системой Windows XP/Vista, что ограничивает его использование на других операционных системах.
2. В системе не существует разграничения пользователей по ролям для доступа к трансляциям.
3. Система не организует доступ к записанным материалам.
4. Не реализована трансляция интерактивных материалов по расписанию в автоматическом режиме.
5. Преподаватель не имеет возможности провести индивидуальную видеоконсультацию с определенным учащимся.
6. Система не позволяет преподавателю отсылать ответы на вопросы учащихся в виде видеозаписи, которую возможно просмотреть на web-портале.

Таким образом, в дальнейшем планируется провести тщательное исследование различных интерактивных способов обучения и их совместного эффективного использования; улучшить систему с учетом высказанных пожеланий и анализа эффективности; устранить недостатки. Предпола-

гается создание усовершенствованной автоматизированной системы проведения интерактивных лекций и консультаций через Интернет.

В заключение хотелось бы отметить, что доработка системы и ее модулей даст значительный экономический эффект и поможет повысить

уровень получения знаний. В дальнейшем полученные разработки могут использоваться для создания комплексной системы дистанционного обучения и организации собственного информационно-познавательного телевизионного интернет-канала университета.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бакалов В. П., Крук Б. И., Журавлева О. Б. Дистанционное обучение. Концепция, содержание, управление. М.: Горячая Линия – Телеком, 2008. 108 с.
2. Забровский А. Л. Внедрение технологий Video Over IP для организации вещания спутниковых ТВ-каналов в локальной сети // Научно-исследовательская работа студентов: Материалы 58-й науч. студенч. конф. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2006. С. 203.
3. Забровский А. Л. Технологии мультисервисных сетей // Научно-исследовательская работа студентов: Материалы юбилейной 60-й науч. студенч. конф. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. С. 210.
4. Ибрагимов И. М. Информационные технологии и средства дистанционного обучения. М.: Академия, 2007. 336 с.
5. Романов А. Н., Торопцов В. С., Григорович Д. Б. Технология дистанционного обучения. М.: Юнити-Дана, 2000. 304 с.
6. Трайнев В. А., Гуркин В. Ф., Трайнев О. В. Дистанционное обучение и его развитие. М.: Дашков и Ко, 2007. 296 с.

УДК 636.22/28.082

АНАТОЛИЙ ЕФРЕМОВИЧ БОЛГОВ

доктор сельскохозяйственных наук, профессор, заведующий кафедрой зоотехнии, товароведения и экспертизы продовольственных товаров агротехнического факультета ПетрГУ
bolg@psu.karelia.ru

**АЙРШИРСКАЯ ПОРОДА КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА:
УСПЕХИ И НОВАЯ СТРАТЕГИЯ РАЗВЕДЕНИЯ
(по материалам 11-го Мирового айрширского конгресса)**

В статье представлены материалы по современному состоянию и стратегии разведения широко распространенной айрширской породы молочного скота в разных странах. Дан анализ докладов и их обсуждения на 11-м Мировом айрширском конгрессе, проходившем 2–12 июня 2008 года в Финляндии. Рассмотрена новая стратегия селекции айрширов в северных странах, предусматривающая выведение крупной популяции (породы) скандинавского красного молочного скота (свыше 330 тыс. коров) на базе объединения генетических ресурсов финской айрширской, шведской красной и датской красной пород.

Ключевые слова: айрширская порода скота, разведение и селекция, красные породы скота, Финляндия, северные страны, племенная ценность быков, селекционные программы

2–12 июня 2008 года в Финляндии проходил 11-й Мировой конгресс по айрширской породе крупного рогатого скота, организованный Мировой айрширской федерацией (WAF). На конгресс приехали 99 участников – специалисты и фермеры (они были наиболее многочисленны) из 13 стран, в которых разводят айрширскую породу.

Финляндия не случайно стала страной проведения конгресса. Это страна высокоразвитого сельского хозяйства, особенно молочного животноводства. В 2006 году в Финляндии насчитывалось 69,1 тыс. фермерских хозяйств, из них 15,2 тыс. молочных, 4,3 тыс. по разведению мясного скота, 3 тыс. свиноводческих, 921 птицеводческое, 41,6 тыс. по производству продукции растениеводства, 4,1 тыс. прочих. Численность крупного рогатого скота составляла 949 тыс. голов, в том числе 309 тыс. молочных коров, средний годовой удой которых был равен 7505 кг молока. В стране имеются 4 кооператива

по искусственному осеменению животных, 2 станции быков и 2 станции хряков, работают 450 осеменаторов. Искусственно осеменяют 98 % молочных коров, 10 % коров – матерей быков мясных пород, 60 % свиноматок.

Конгресс работал, перемещаясь по стране с юга на север, последовательно в трех городах – Хамеенлинна, Сейняйоки, Куопио. Согласно программе, были проведены 3 семинара со следующей тематикой: менеджмент ферм, разведение и селекция айрширов, айрширский скот в разных странах. На 1-м семинаре были заслушаны 5 докладов, посвященных проблемам функционирования, продуктивности, информационного обеспечения, оценке деятельности молочных фермерских хозяйств в Финляндии, Швеции, Новой Зеландии, Южной Африке.

На 2-м семинаре были заслушаны в основном научные доклады по проблемам стратегии разведения айрширов, структуры и количества

селекционных признаков при оценке и отборе животных, разработки более эффективных селекционных программ, международного сотрудничества при перемещении генетических материалов и др. Был представлен доклад специалиста из Финской ассоциации по развитию животных Jukka Pösö «Финляндия – пионер в организации селекции молочного скота по признакам здоровья» [8]. Работа в данном направлении начата в стране в 1990 году. Этой же проблеме уделено значительное место и в докладе финского профессора Asko Mäki-Tanila «Использование генетических ресурсов айрширской породы в мире» [6]. В других докладах также отмечалось, что в селекционных программах во многих странах признакам здоровья, резистентности, плодовитости, долголетия животных придается все большее значение (F. Miglior, Canada) [7].

На конгрессе были отмечены успехи в чистопородном разведении айрширского скота, особенно в Европе, Канаде, США. Вместе с тем было показано, что айрширы весьма перспективны в качестве партнера при скрещивании с другими молочными породами, в частности с голштинской. Это хороший вариант для улучшения плодовитости, здоровья и получения легких отелов голштинских коров. Айрширы в значительных масштабах уже используются для скрещивания в США, Голландии и других странах.

В рамках 3-го семинара были заслушаны доклады о распространении, состоянии, специфике, методах и перспективах разведения айрширского скота на всех континентах – в Канаде, Финляндии, России, Южной Африке, Великобритании и Ирландии, США, Австралии, Новой Зеландии, Кении, Колумбии и других странах.

Автор данной публикации был единственным участником конгресса из России. На 3-й семинар нами был представлен доклад «Айрширский скот в России», подготовленный в соавторстве с сотрудниками ВНИИГРЖ Е. Н. Васильевой, А. В. Егизаряном, Н. Ю. Чекменевой [5].

История разведения айрширского скота в России насчитывает более 130 лет. Многочисленные опыты показали, что айрширские коровы превосходят по выходу молочного жира, жирности и белковости молока, оплате корма молоком сверстниц широко распространенных в стране пород – чернопестрой и холмогорской [1], [2], [3], [5] и др. На протяжении более 20 лет по уровню удоя среди пород, разводимых в России, айрширская стабильно занимала 2-е место, уступая только чистопородным голштинам. В настоящее время айрширов разводят в 24 регионах Российской Федерации более чем в 200 хозяйствах. На конец 2006 года их численность составила 105,2 тыс. голов (2,5 % среди всех пород). Средний удой 52,2 тыс. коров равен 5001 кг молока жирностью 4,03 % и выходом молочного жира 201 кг, в том числе по племязаводам 10,1 тыс. голов, 6046 кг, 4,08 % и 247 кг соответственно.

В крупных племенных заводах «Новоладожский» (Ленинградская область), «Смена» (Мос-

ковская область), «Красная Звезда» (Вологодская область), «Ильинский» (Республика Карелия) удой на корову превышает 7000 кг молока. Высокой продуктивностью, на уровне мировых достижений, отличается стадо в племярепродукторе Ковдор (Мурманская область), где в 2007 году удой 112 айрширских коров составил 10 557 кг молока жирностью 3,87 % и выходом молочного жира 409 кг. В этом стаде у 8 коров удой превышает 13 000 кг молока. У коровы Обоженная 215 за вторую лактацию удой составил 13 177 кг молока жирностью 4,20 % и продукцией жира 553,4 кг. Показатели коровы Лента 8219 за первую лактацию: 13 933 кг; 3,73 %; 520 кг. Это выдающееся стадо создано под руководством опытного зоотехника Лидии Васильевны Алешиной, выпускницы кафедры зоотехнии Петрозаводского государственного университета.

Участникам конгресса представилась возможность детально познакомиться с системой и опытом финских селекционеров в совершенствовании айрширского скота, повышении его конкурентоспособности. Айрширский скот в Финляндии разводят с 1845 года. В 2008 году доля подконтрольных коров была равна 78 % от общего их поголовья, а в структуре молочных пород айрширы занимают 68 %, голштины – 31 %, финский скот – 1 %. Здесь сосредоточена самая крупная в мире популяция чистопородного айрширского скота – 156 тыс. подконтрольных коров с высокой продуктивностью – в среднем 8616 кг молока за лактацию (табл. 1).

Современные финские айрширы сочетают в себе обильномолочность с высоким содержанием белка и жира в молоке (табл. 2), экономичностью производства молока, нормальной плодовитостью, отличным выменем, хорошим здоровьем и резистентностью к маститу, пригодностью к машинному доению.

Таблица 1

Поголовье и продуктивность подконтрольных коров айрширской породы в разных странах

Страна	Количество коров, тыс. гол.	Средний удой за лактацию, кг
Финляндия	156,0	8616
Швеция (красная шведская порода – SRB)	130,6	8752
Англия и Ирландия	65,0	6832
Россия	52,2	5001
Дания (красная датская порода – RDM)	40,0	8663
Новая Зеландия	45,0	4205
Южная Африка	21,0	6275
Кения	16,5	4500
Канада	15,0	7423
США	7,0	7076
Австралия	4,0	5128

Таблица 2

Продуктивность подконтрольных коров айрширской и красных пород в северных странах Европы (2007 г.)

Страна, порода	Поголовье коров, тыс. гол.	Удельный вес среди молочных пород, %	Продуктивность за 305 дней лактации				
			удой, кг	жир		белок	
				%	кг	%	кг
Финляндия, айрширская	156,2	68,0	8616	4,32	372	3,50	302
Швеция, красная шведская (SRB)	138,1	43,8	8754	4,30	376	3,53	309
Дания, красная датская (RDM)	40,2	8,1	8663	4,18	362	3,50	303

В специальный раздел племенной книги айрширской породы Финляндии записывают коров, от которых за всю жизнь получено более 100 т молока. За 1958–2007 годы зарегистрировано 1139 «стотонных» коров, а у 10 коров пожизненный удой превышает 150 т молока. По состоянию на 1 января 2008 года лучшей по пожизненному удою была корова Viivu (169 132 кг молока), по пожизненной продукции белка – Soma (5478 кг), по годовому удою – Onnetar (19 823 кг), по годовой продукции белка – Paula (671 кг).

В 2007 году по всем подконтрольным коровам средняя живая масса составила 582 кг. Возраст первого отела коров ранний и равен в среднем 26 месяцам, хотя желательным у финнов считается возраст 24–25 месяцев при живой массе первотелок не менее 500 кг. Эти данные указывают на то, что современным финским айрширам все более присущи признаки крупного тяжеловесного скота. Средний возраст коров в стадах равен 2,32 отела, средняя продолжительность использования составляет 4,9 года. Эффективность воспроизводства высокая: 2,14 дозы спермы на оплодотворение, интервал между отелами – 387 дней. О высокой резистентности коров всей популяции к маститу свидетельствует малое количество соматических клеток в молоке – в среднем 181 тыс./мл.

Стратегию, тактику и повседневную практику разведения и селекции айрширского скота и других пород в стране разрабатывает и реализует Финская ассоциация по разведению животных (Finnish Association Breeding Animal – FABA). В активной части айрширской популяции ежегодно отбирается 700 матерей быков. От них получают 240 быков, более 60 % которых в процессе выращивания и оценки выбраковывают. Оценивают по потомству 100–130 быков, из числа которых выявляют 25 элитных и 6–7 лидеров – отцов быков. От проверяемых быков накапливают по 5 тыс. доз спермы, из которых 1300 доз сразу используют для осеменения коров. Каждый бык проверяется в среднем по 170 дочерям.

При оценке быков учитывают 44 признака у дочерей и пробонда. Экстерьер коров оценивают по 24 показателям. На основе анализа ДНК контролируют происхождение животных, генные мутации и наследственные заболевания.

Наиболее важные признаки при оценке быков: общий показатель продуктивности (Tuotos), удой, содержание (в процентах) жира и белка, продукция жира и белка, плодовитость, трудность отелов по линии отца и отца матери, высота (рост) задней части туловища, строение (форма) вымени, конституция (телосложение), строение ног, интенсивность молокоотдачи, характер (нрав), самоистечение молока, здоровье вымени, долголетие. В общей племенной оценке быков и коров на долю продуктивности приходится менее половины – 45 %, а большая часть племенной оценки (55 %) обусловлена технологическими признаками: плодовитостью (15 %), строением вымени (20 %), качеством ног (5 %), здоровьем вымени (15 %).

При расчетах комплексного племенного индекса айрширских быков (Total merit index – TMI) применяют следующие весовые коэффициенты признаков (2008 г.): продуктивность – 0,9, плодовитость дочерей – 0,3, качество (строение) вымени – 0,4, качество ног – 0,1, здоровье вымени – 0,3. TMI выражают одной цифрой. Например, общий племенной индекс лучшего айрширского быка Финляндии в 2007 году был равен +27. От получивших высокую оценку по качеству потомства быков (обычно в возрасте 4,5 года) продолжают накапливать сперму. Отмечается, что такая система оценки быков обеспечивает повышение эффективности практической селекции и максимальный генетический прогресс по продуктивным и технологическим признакам.

Специалисты северных стран ищут новые формы сотрудничества и кооперации, объединения усилий для повышения эффективности селекционных программ. Новая стратегия предусматривает выведение альтернативной голштинской породе крупной (свыше 330 тыс. коров) популяции (породы) скандинавского красного молочного скота на базе объединения генетических ресурсов финской айрширской, шведской красной и датской красной пород. Создаваемая новая популяция может быть серьезным конкурентом на мировом рынке племенных ресурсов молочного скота.

В связи с этим ассоциациями по разведению животных трех стран (финской FABA, шведской Swedish Dairy Association, датской Danish Cattle) разработана и с 2002 года функционирует единая система селекции в указанных популяциях красного скота Nordisk Avlsvaerdi Vurdering (NAV). Она предусматривает оценку племенной ценности быков (TMI) по единой методике и использование лучших из них в стадах трех стран. Осуществляется принцип: скандинавские быки в распоряжении всех фермеров. Предусматривается применение единой селекционной оценки животных в трех странах. Для выявления племенной ценности животных в системе NAV используют метод BLUP,

применяют методики Interbull, математические и статистические модели. Обработка информации ведется на суперкомпьютере, установленном в Дании. Этой проблеме был посвящен впечатляющий доклад исследователя из Дании G. P. Aamand «Скандинавская кооперация в разработке и применении системы оценки молочного скота» [4].

Интересным и поучительным был визит айршироведов в эмбриоцентр в Jokioinen с осмотром созданного в 1997 году так называемого финского ядерного стада – The Finnish nucleus herd – ASMO. Центр создан для производства эмбрионов крупного рогатого скота для собственных нужд и на экспорт. Для получения эмбрионов ежегодно используются примерно 70 тщательно проверенных ценных молодых коров-доноров, от которых вымывают 1200–1500 эмбрионов. В 2007 году средний удой коров этого стада составил 9657 кг молока с 4,0 % жира и 3,5 % белка. Осуществлено 183 вымывания эмбрионов, на каждое вымывание приходится 12,3 эмбриона, в том числе 7,7 пригодных к трансплантации. За 10 лет ASMO продано 400 проверяемых быков, полученных методом трансплантации. Осваиваются методы молекулярной генетики при оценке качества эмбрионов. В частности, биопсия тканей эмбриона позволяет исследовать картографию генов, оценить генетические маркеры и прогнозировать развитие желательных признаков у будущего животного.

Участники конгресса побывали в нескольких фермерских хозяйствах, которые разводят айрширский скот. Это современные высокотехнологизированные фермы, высокопродуктивные стада, указывающие на высокий потенциал финских айрширов. Практикуют как привязное, так и беспривязное содержание коров. Фермер Pekka Haltunen имеет 28 айрширских коров, их средняя продуктивность – 11 697 кг молока с 4,24 % жира и 3,53 % белка. У фермера Tuomo Torttila 67 коров, 10 241 кг, 4,26 % и 3,55 % соответственно. У фермера Kalle Tapola – 44; 9531 кг; 4,05 % и 3,56 % соответственно. Средний возраст коров на этих фермах – 2–2,2 лактации, межтельный период – 396 дней, индекс осеменения – 1,5–1,6 дозы спермы на оплодотворение.

Участники конгресса посетили крупную станцию искусственного осеменения – Sonnihovi (бы-

чий двор), где осмотрели лучших айрширских быков и участвовали в аукционе по продаже эмбрионов крупного рогатого скота. Было предложено 24 лота, в каждом из них – от 2 до 5 эмбрионов стоимостью от 300 до 500 евро. Несколько лотов было куплено фермерами из разных стран.

В рамках работы конгресса айршироведы участвовали в специально организованном международном айрширском шоу-2008, которое проходило в огромном, прекрасно оборудованном выставочном зале города Seinäjoki Areena. Демонстрировалось большое количество айрширов разного возраста, привезенных со всей Финляндии, проводилась экспертная оценка животных в разных номинациях, прошел аукцион по продаже молодняка. Независимые эксперты из разных стран (кроме финских) оценивали и выявляли чемпионов среди телок и коров только путем глазомерной оценки, не прибегая к информации о родословной, продуктивности и другим данным. На аукционе 4-месячные телки уходили по 2250–2350 евро, 10-месячная телка была продана за 3250 евро при стартовой цене 2000 евро. В выставке активно участвовали дети. В особой номинации эксперты оценивали умение детей держаться на арене и представлять публике своих питомцев – подрастающих телочек.

В заключение следует заметить, что ни Россия, ни какие-либо национальные структуры пока, к сожалению, не являются членами Мировой айрширской федерации. Однако членством в этой авторитетной федерации должны заинтересоваться объединения, ассоциации, центры и отдельные хозяйства, занимающиеся разведением айрширского скота. Это членство даст доступ к новейшей информации по проблемам разведения айрширов, современным методам селекции, биотехнологии, оценки животных, разработки селекционных программ, возможность более быстрого обмена или приобретения самого ценного генетического материала, выгодных коммерческих сделок, участия в регулярно проводимых мировых конгрессах. Процедура вступления несложная, а ежегодный взнос невелик: в первый год 100 фунтов стерлингов, в последующие годы – 300. Мировые айрширские конгрессы проводятся один раз в четыре года. Следующий конгресс состоится в 2012 году в Южной Африке.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болгов А. Е., Карманова Е. П. Использование айрширского скота для улучшения молочных пород. М.: Росагропромиздат, 1989. 304 с.
2. Дмитриев Н. Г. Айрширский скот. Л.: Колос, Ленингр. отд-ние, 1982. 272 с.
3. Чурбаков Ю. А., Бильков В. А. Продуктивный потенциал скота Северо-Западного региона // Зоотехния. 2001. № 3. С. 22–24.
4. Aamand G. P. Scandinavian co-operation in dairy evaluation // World Ayrshire Congress-2008, Seminar 2, 4 th June 2008, Hämeenlinna.
5. Bolgov A. E., Vasilieva E. N., Egiazarjan A. V., Chekmeneva N. V. Airshire Cattle in Russia // World Ayrshire Congress-2008. World Federation Report, Seminar 3, 5 th June 2008, Hämeenlinna.
6. Mäki-Tanila A. Utilization of Ayrshire genetic resources in the world // World Ayrshire Congress-2008, Seminar 2, 4 th June 2008, Hämeenlinna.
7. Miglior F., Van Doormaal B., Neuenschwander T. F.-O. Implementing health trait data into national breeding scheme // World Ayrshire Congress-2008, Seminar 2, 4 th June 2008, Hämeenlinna.
8. Pösö J. Finland: the pioneer of health recording and health trait breeding // World Ayrshire Congress-2008, Seminar 2, 4 th June 2008, Hämeenlinna.

УДК 630*385.1*231

ИВАН АНДРЕЕВИЧ БЕРДНИКОВ

аспирант Института леса КарНЦ РАН, стажер-исследователь
лаборатории лесоведения и лесоводства
forestconf@krc.karelia.ru

СОДЕЙСТВИЕ ЕСТЕСТВЕННОМУ ВОЗОБНОВЛЕНИЮ НА ОСУШЕННЫХ БОЛОТАХ

В статье приводятся данные исследований лесоводственной эффективности различных методов содействия естественному возобновлению на осушенных болотах.

Ключевые слова: болото, осушение, содействие естественному возобновлению, подрост

Всего в Карелии осушено 750 тыс. га заболоченных земель. Часть площадей передано под сельскохозяйственное использование. В настоящее время, по данным лесоустройства, площадь осушенных земель в лесном фонде республики, которые включены в лесохозяйственный оборот, составляет 650 тыс. га. Существуют различные мнения об успешности естественного возобновления на верховых болотах после осушения [1], [2], [3].

По данным ряда исследователей, проведение гидrolесомелиорации оказало большое влияние на ход роста, структуру и продуктивность насаждений. Так, общий бонитет сосняков 1–5-го классов возраста повышается с 5а–5б до 4-го класса, текущий бонитет в зависимости от возраста древостоев до осушения равен 2–4-му классу бонитета.

Нельзя отрицать тот факт, что осушение способствовало облесению болот. При естественном зарастании осоко-кустарничково-сфагновых болот происходит формирование низкополнотных древостоев с малым запасом древесины.

Для изучения естественного возобновления и хода формирования древостоев в 1991 году были заложены постоянные пробные площади на вер-

ховом болоте кустарничково-сфагнового типа и переходном болоте осоко-сфагнового типа. Предусмотрено три варианта содействия естественному возобновлению: укладка торфокрошки в валки; разброска торфокрошки равномерно в межканальном пространстве (верховое болото); разброска торфокрошки равномерно в межканальном пространстве (переходное болото).

Участок 1 – верховое болото, кустарничково-сфагновое, поросшее редкой сосной. Его площадь составляет 4 га. Мощность торфа – 2,5 м. Торф верховой (магелланикум), бедный питательными веществами (зольность – 1,2 %), с высокой кислотностью (рН = 2,8). Осушено в 1975 году. Расстояние между каналами – 150 м. На данном участке в 1991 году проведено содействие естественному возобновлению путем прокладки фрезерных каналов через 15 м. Предусмотрено 2 варианта: укладка торфокрошки в валки (1) и разброс торфокрошки равномерно в межканальном пространстве (2). Мероприятие направлено на улучшение гидрологического режима почв и извлечение более разложившегося и богатого торфа на поверхность с целью создания благоприятных условий для естественного возобновления и роста сосны.

Таксационная характеристика древостоев, сформировавшихся после содействия естественному возобновлению

№	Состав	Средние			Полнота	Класс бонитета	Кол-во стволов	Запас, м ³ /га	Всходы		Подрост	
		D, см	H, м	A, лет					С	Е	С	Е
1	9С55	7,4	6,1	55	0,19	5	735	12,4	70		1827	7
	1С30	4,6	4,5	30	0,04		343	1,6				
					0,23		1078	14,0				
2	10С55	9,0	6,0	55	0,30	5	829	21,8	414	41	2643	42
	С30	4,0	3,4	30	0,02		276	1,0				
					0,32		1105	22,8				
3	8С60	12	6,9	60	0,39	5a	696	35,4	545	40	2829	252
	2С30	3,5	3,6	30	0,19		2121	7,5				
					0,58		2817	42,9				
Контроль	7С60	5,6	4,0	60	0,08	5a	490	4,1			840	
	3С30	5,2	3,8	30	0,04		230	2,0				
					0,12		720	6,1				

Древостой после содействия естественному возобновлению через 17 лет имеет следующие таксационные показатели (см. таблицу). Количество стволов на 1 га – 1078 штук, запас древостоя – 14,0 м³, полнота – 0,23. Средний прирост по высоте увеличился в 1,5 раза и достиг 24 см. Жизнеспособный подрост сосны – 1827 шт./га, ели – 7 шт./га, всходы сосны – 70 шт./га (рис. 1).

В результате содействия произошли изменения почвенных условий, на которые отреагировал напочвенный покров. Он представлен следующими видами: подбел, кассандра, карликовая береза, брусника, расположенными под кронами деревьев неравномерно. Проективное покрытие сфагновых мхов сократилось до 30 %, появился кукушкин лен (10 %), различные виды лишайников (20 %). Имеются большие участки, не покрытые растительностью после отмирания сфагновых мхов.

На участке 2 древостой имеет полноту 0,32, запас – 22,8 м³/га, количество стволов на 1 га – 1105 штук, средний прирост по высоте увеличился в 2 раза и составил 30 см. Жизнеспособный

подрост сосны – 2643 шт./га, ели – 42 шт./га, также имеются всходы сосны – 414 шт./га, ели – 41 шт./га.

Участок 3 представляет собой осоково-сфагновое болото, осушенное в том же году, что и участок 1. Площадь болота – 2,2 га. Расстояние между каналами – 150 м. Торфяная залежь сложная по составу. Верхний горизонт до 20 см представлен бедным верховым торфом (зольность 2,8 %), ниже – более богатый переходной торф (древесно-осоковый) с зольностью 3,5 %, степенью разложения 25–30 %, pH 4,0.

В 1991 году проведено содействие естественному возобновлению посредством прокладки фрезерных каналов через 15 м с разброской торфокрошки в межканальном пространстве. Опыт предусматривал такой же вариант, как и на участке 2, имеются только различия в почвенных условиях (2 – верховое, 3 – переходное болото).

Через 17 лет на данном участке сформировался древостой, представленный двумя поколениями сосны в возрасте 30 и 60 лет. Полнота древостоя – 0,58, численность стволов на 1 га – 2817 штук,



Рис. 1. Древостой, сформировавшийся после осушения и содействия естественному возобновлению



Рис. 2. Контрольный участок

запас – 42,9 м³/га. Средний прирост по высоте увеличился и составил 27 см. Численность жизнеспособного подроста сосны – 2829 шт./га, елового – 252 шт./га. Также имеются всходы сосны – 545 шт./га и ели – 40 шт./га, сосна плодоносит регулярно. Существенных изменений в напочвенном покрове не наблюдается, и в настоящее время он представлен березой карликовой, багульником, кассандрой, подбелом, осокой вдоль фрезерных каналов. Проективное покрытие сфагновыми мхами – 60 %, кукушкиным льном – 20 %, лишайниками – 10 %.

На контрольном участке сформировался древостой с запасом 6,1 м³/га, полнотой древостоя 0,12, количеством стволов на 1 га 720 штук. Имеется подрост сосны (840 шт./га), появившийся после осушения (рис. 2). В напочвенном покрове преобладают пушица, подбел, кассандра. Проективное покрытие сфагновыми мхами составляет 90 %.

Таким образом, данные проведенных исследований показали, что содействие естественному возобновлению на осушенных болотах способствует формированию чистых разновозрастных сосновых древостоев и переводу болот в покрытую лесом площадь.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Медведева В. М. Естественное облесение осушенных болот // Исследования по лесному болотоведению и мелиорации. Петрозаводск: Карелия, 1978. С. 95–108.
2. Чиндяев А. С., Иматова И. А., Александров В. В., Иматов А. Р. Естественное возобновление в болотных лесах Среднего Урала. Екатеринбург: УГЛТА, 2008. 110 с.
3. Рубцов В. Г., Кнize А. А. Ведение лесного хозяйства в мелиорированных лесах. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 120 с.

УДК 630*238

АЛЕКСЕЙ НИКОЛАЕВИЧ ПЕККОЕВ

аспирант Института леса КарНЦ РАН, стажер-исследователь
лаборатории лесовосстановления
pek-aleksei@list.ru

ПРОДУКТИВНОСТЬ И ТОВАРНАЯ СТРУКТУРА КУЛЬТУР СОСНЫ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ СПОСОБОВ ИХ ВЫРАЩИВАНИЯ

В статье сравниваются культуры сосны, созданные посевом и посадкой, которые выращивались с применением различных лесохозяйственных мероприятий. Преимущество посадок к посевам по запасу древесины к возрасту 54 лет составляет 90–170 м³/га.

Ключевые слова: культуры сосны обыкновенной, посев, посадка, ускоренное лесовыращивание, разреживание, внесение удобрений, товарная структура, продуктивность

Во многих регионах нашей страны возникают проблемы, связанные с истощением лесных ресурсов и их восстановлением. Леса Республики Карелия – не исключение, они интенсивно осваивались в послевоенный период [1], [2] и продолжают эксплуатироваться в настоящее время. В результате этого крупные лесоперерабатывающие предприятия республики испытывают дефицит хвойной древесины вблизи пунктов переработки и вынуждены завозить сырье из соседних регионов.

Одним из путей решения данной проблемы является переход на интенсивные методы лесовыращивания, придерживаясь которых возможно снизить оборот рубки [3], [4], [5] и сократить затраты на транспортировку древесины.

В данной работе исследовано влияние рубок ухода и внесения удобрений на продуктивность и товарную структуру культур сосны обыкновенной.

Объектами исследования служили участки культур сосны, созданные посевом и посадкой Петрозаводской ЛОС ЛенНИИЛХа весной 1953

года на свежей вырубке ельника черничного в среднетаежной подзоне Карелии. Почва – сильно завалуненная подзолистая железистая супесчаная. В процессе формирования древостоя вносились минеральные удобрения и проводились разреживания разной интенсивности [6].

Пять пробных площадей (п. п.) заложены в культурах, созданных посевом: 3, 3а, 4-1, 4-2, 4-4 (контроль), три – посадкой: 5, 5а, 5б. Посев произведен в площадки размером 0,3 × 0,3 м. В каждую площадку высеяно по 30 семян I класса сортности. Количество посевных мест – 6600 шт./га (за исключением п. п. 3 и 3а, где оно равнялось 1900 шт./га). При посадке использовались 2-летние сеянцы. Количество посадочных мест – 4100 шт./га. На 2-й и 3-й год проводилось окашивание травы вокруг посевных (посадочных) мест; в 16 лет на всем опытном участке были вырублены лиственные породы.

В 27 лет на п. п. 3 и 3а проводилось разреживание, при котором в каждом посевном месте оставлялось по одному лучшему дереву. Помимо

этого на п. п. 3 трижды вносились минеральные удобрения в дозе $N_{100}, P_{100}, K_{100}$ в 27, 34 и 38 лет.

На п. п. 4-1 и 4-2 культуры разреживались в два приема: первый – в 25 лет, второй – в 36 лет. При первом приеме на п. п. 4-1 в каждом посевном месте оставлялось по одному лучшему дереву, а на п. п. 4-2 в каждом втором посевном месте в ряду растения вырубались полностью, а в остальных оставлялось по одному лучшему. Повторный прием разреживаний проводился по низовому методу. Количество вырубаемых деревьев составило 1,3–1,5 тыс. шт. на 1 га. На п. п. 4-4 (контроль) лесохозяйственные мероприятия не проводились.

Посадки (п. п. 5, 5а, 5б) первый раз разреживались в 16 лет, с удалением каждого второго дерева. Повторный прием рубок ухода на п. п. 5а проводился в 28 лет, а на п. п. 5 – в 36 лет. На п. п. 5а и 5б трижды за период выращивания вносились минеральные удобрения в дозе $N_{100}, P_{100}, K_{100}$ в 28, 34 и 38 лет.

В 2006 году опытный объект был обследован сотрудниками Института леса Карельского научного центра РАН. В ходе исследований на восстановленных пробных площадях выполнена таксация древостоя в соответствии с ОСТ 56-69-83.

На опытных участках во всех вариантах сформировались однородные по составу (10С) высокополнотные древостои (относительная полнота – 0,9–1,4), растущие по первому классу бонитета (см. таблицу). К возрасту 54 лет наблюдалось явное преимущество посадок над посевами. По диаметру они превосходили посевы в среднем на 20 %, по высоте – на 10 %, а по запасу древесины – на 90–170 м³/га. Среди посевов небольшое преимущество по этим показателям имели культуры, созданные с исходной густотой 1900 шт./га и разреженные в 27 лет (п. п. 3а).

Характеристика 54-летних посевов и посадок сосны на опытном участке

Номер п. п.	Количество деревьев, шт./га	Средние		Полнота	Запас, м³/га
		Н, м	D, см		
Посев					
3	1040	20.0	19.2 ± 0.38	0.9	304
3а	1042	21.0	19.5 ± 0.39	0.9	320
4-1	1550	18.6	15.8 ± 0.46	1.0	295
4-2	1843	17.9	15.1 ± 0.36	1.1	313
4-4 (контроль)	1900	18.6	14.9 ± 0.35	1.1	316
Посадка					
5	1600	21.4	19.0 ± 0.36	1.4	468
5а	1013	21.3	22.3 ± 0.49	1.2	408
5б	1260	21.2	20.8 ± 0.41	1.3	442

При целевом выращивании культур на пилочник особый интерес представляет структура запаса древостоя по категориям крупности. С помощью «Сортиментных и товарных таблиц...» [7] была сделана предварительная оценка товарной структуры древостоя.

В посевах с низкой исходной густотой (п. п. 3) внесение удобрений оказалось малоэффективным (рис. 1). Количество деловой древесины не увеличилось по сравнению с неудобренным опытным участком (п. п. 3а). Видимо, это связано с достаточной обеспеченностью деревьев элементами питания и влаги в условиях редкого стояния и отсутствия лиственных пород.

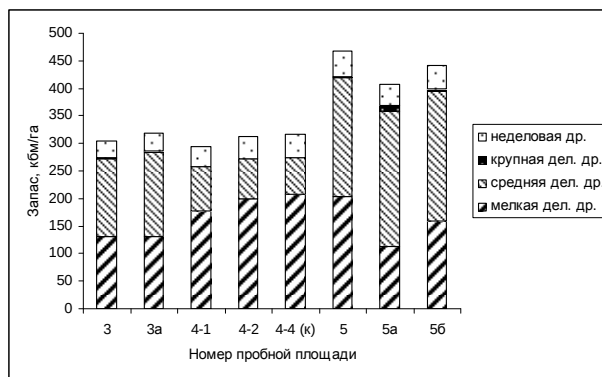


Рис. 1. Товарная структура 54-летних культур сосны в зависимости от способов их выращивания

Следует отметить положительное влияние разреживаний культур, созданных посевом и проведенных в 25 и 36 лет, на крупность древесины. Так, на п. п. 4-1 (рис. 2), где оставляли по одному дереву в посевном месте, деревьев средней категории крупности сформировалось больше, чем на контроле (п. п. 4-4), на 20 %, а на пробе 4-2, где провели более интенсивное разреживание – на 6 %.



Рис. 2. 54-летние посевы сосны, разреженные в возрасте 25 и 36 лет (п. п. 4-1, средняя высота – 18,6 м, средний диаметр – 15,8 см, общий запас – 295 м³/га)



Рис. 3. 54-летние посадки сосны без проведения лесоводственных мероприятий (п. п. 4-4 (контроль), средняя высота – 18,6 м, средний диаметр – 14,9 см, общий запас – 316 м³/га)



Рис. 4. 54-летние посадки сосны, разреженные в 16 и 28 лет в сочетании с трехкратным внесением минеральных удобрений (п. п. 5-а, средняя высота – 21,4 м, средний диаметр – 22,3 см, общий запас – 408 м³/га)

Это связано с тем, что на контроле деревья по причине их большой густоты конкурировали за свет и интенсивно росли в высоту при слабом наращивании диаметра. Кроме того, это привело к вывалу части деревьев под действием снега, а также усыханию отставших в росте (рис. 3).

В посадках выход деловой древесины составил 90 %. Максимальный запас древесины (468 м³/га) отмечен в посадках, пройденных двукратным разреживанием в возрасте 16 и 36 лет до итоговой густоты 1,6 тыс. шт./га (п. п. 5). При этом доля деловой древесины достигала 420 м³/га.

На п. п. 5а (рис. 4) разреживание в 16 и 28 лет до густоты 1,0 тыс. шт./га в совокупности с трехкратным внесением минеральных удобрений обеспечили получение максимального количества крупной и средней древесины (63 %).

Результаты исследования показали, что своевременное проведение системы лесохозяйственных мероприятий способствует формированию высокопроизводительных древостоев и дает возможность снизить оборот рубки. При ускоренном лесовыращивании сосновых культур в черничных типах леса предпочтение следует отдавать посадкам. Их преимущество в запасе древесины по сравнению с посевами к возрасту 54 лет составляет от 90 до 170 м³/га. При этом в составе древостоев увеличивается доля крупной и средней древесины.

Автор выражает большую благодарность А. И. Соколову, С. М. Синькевичу, В. А. Харитонову, Т. И. Кривенко за помощь в проведении исследования и обработке материалов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акакьев Ф. И. Леса Южной Карелии и их использование // Труды Петрозаводской ЛОС. Вып. 2. Петрозаводск, 1972. С. 5–17.
2. Соколов А. И. Лесовосстановление на вырубках Северо-Запада России. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН, 2006. 215 с.
3. Гаврилов Б. И. Лесные плантации быстрого прироста // ИВУЗ. Лесн. журн. 1969. № 4. С. 9–10.
4. Мелехов В. И., Бабищ Н. А., Корчагов С. А. Качество древесины сосны в культурах. Архангельск: Изд-во АГТУ, 2003. 110 с.
5. Штукин С. С. Рост сосны обыкновенной при интенсивном применении лесохозяйственных и мелиоративных мероприятий // Лесхоз. информ. 2004. № 12. С. 52–55.
6. Синькевич М. С. Влияние режима ухода на накопление запаса древесины и ее качество // Восстановление и мелиорация лесов Карелии. Л.: ЛенНИИЛХ, 1983. С. 34–37.
7. Сортиментные и товарные таблицы для Северо-Востока европейской части СССР. Архангельск, 1986. 358 с.

УДК 62-63

СЕРГЕЙ ВАСИЛЬЕВИЧ БЕЛЯЕВ

кандидат технических наук, доцент кафедры тяговых машин лесоинженерного факультета ПетрГУ
sergbel@psu.karelia.ru

ГЕННАДИЙ АНАТОЛЬЕВИЧ ДАВЫДКОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры тяговых машин лесоинженерного факультета ПетрГУ
davydkov@psu.karelia.ru

ПРОГРЕСС И ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ТОПЛИВНОГО ЭТАНОЛА НА ТРАНСПОРТЕ

В статье дается анализ применения топливного этанола в двигателях внутреннего сгорания автомобилей, отвечающих современным нормам токсичности. Одним из значимых направлений, позволяющих, с одной стороны, существенно сократить выбросы вредных веществ, а с другой – снизить потребление нефтяных топлив, является применение бензоспиртовых топлив.

Ключевые слова: топливный этанол, бензоспиртовые смеси, автомобильный транспорт, альтернативное топливо

Хорошо известно, что значительная часть мирового энергопотребления приходится на транспорт, прежде всего автомобильный. Мировой парк насчитывает более 800 миллионов автомобилей, на его долю приходится почти половина всех вредных выбросов в атмосферу, а в крупных городах – до 85–90 % [5], [11], [13]. Очевидно также, что решение многих проблем возможно только через развитие и внедрение энергосберегающих и экологически чистых транспортных технологий. Наиболее активно эти технологии развиваются и внедряются в странах, где запасы нефти и газа сильно ограничены, и в странах, где постоянно ужесточаются требования по охране окружающей среды, а национальная политика ориентирована на применение более экологически чистых моторных топлив (США, Япония, Европа). Производители транспортных средств поставлены перед необходимостью постоянно внедрять в эксплуатацию все более энергетически эффективные и экологически чистые способы приведения их в движение – например, использование альтернативных видов топлива,

к которым относятся спиртовые топлива, в частности топливный этанол.

Автомобили, способные работать как на бензине, так и на спиртобензиновых смесях, в США называют Flex-Fuel Vehicle, или FFV. В Бразилии такие автомобили называют гибридными.

ЭТАНОЛ КАК МОТОРНОЕ ТОПЛИВО

Спирты – это производные углеводородов, в молекулах которых один или несколько атомов водорода замещены на функциональную группу – OH.

Этанол (этиловый спирт, метилкарбинол, винный спирт, гидроксид пентагидродикарбония, часто в просторечии просто «спирт» или «алкоголь») – C_2H_5OH или CH_3-CH_2-OH , второй представитель гомологического ряда одноатомных спиртов. Это легковоспламеняющаяся, бесцветная жидкость с характерным запахом, закипающая при температуре 78,3 °С. Основным источником получения этанола в настоящее время служит возобновляемое растительное сырье (сахарный тростник, сахарная свекла, картофель, кукуруза и др.).

Двигатели внутреннего сгорания (ДВС) с принудительным воспламенением могут работать на чистом спирте. Однако в настоящее время все большее развитие получают двигатели, работающие на бензоспиртовых смесях, в которые для предотвращения расслоения при хранении добавляют соответствующие присадки высоких спиртов [1], [2], [3], [5].

За рубежом товарное топливо, состоящее из смеси бензина и этанола, имеет буквенно-числовое обозначение: буква Е и число. Число обозначает процентное содержание этанола. Например, Е85 означает смесь из 85 % этанола и 15 % бензина.

Основные свойства этанола, бензоспиртовой смеси Е85 в сравнении с бензином приведены в таблице 1 [1], [6], [13].

Таблица 1

Сравнительные свойства бензина, этанола и Е85

Свойство	Этанол	Бензин (ОЧ 87)	Е85
Химическая формула	C_2H_5OH	C_4-C_{12}	–
Содержание, % по массе:			
С	52	85...88	57
Н	13	12...15	13
О	35	–	30
Октановый индекс (ОИ)	98...100	86...94	96
Цетановое число	8	12...14	10
Низшая теплота сгорания, кДж	26000	44000	–
Бензиновый эквивалент, галлон	1,5	1	1,4
Пробег на 1 галлон, %	70	100	72
Потребное увеличение объема бака к бензиновому	1,5	–	1,4
Пределы воспламенения смеси, % объемного содержания топлива при 20 °С	3...19	1...8	2...14
Температура воспламенения, °С	363...404	255...370	–
Плотность, кг/м³ при 20 °С	789,3	720...770	–
Вероятность запуска двигателя при температурах ниже 0 °С	низкая	высокая	удовл.
Изменение мощности двигателя	+5 %	–	+3...5 %
Стехиометрический состав смеси	1:9	1:14,7	1:10
Скрытая теплота испарения, кДж/кг	840	330...350	–
Температура вспышки, °С	13	-27...39	–
Температура кипения, °С	78,4	–	–

Примечание. ОИ = (ОЧИ + ОЧМ)/2, где ОЧИ – октановое число, определенное исследовательским методом, ОЧМ – октановое число, определенное моторным методом.

При малом содержании в бензине спирта последний выполняет лишь функцию антидетонационной присадки, и его объемное содержание ставится в зависимость от климатических условий эксплуатации, влияющих на пусковые характеристики двигателя, от степени решения проблемы расслоения смеси топлив, желаемой степени снижения токсичности отработавших газов. Кроме

того, бензоспиртовые смеси повышают экологические характеристики двигателей (см. табл. 2 и 3).

Таблица 2

Концентрация спирта для повышения октанового числа топлива (смесь спирт–бензин) на одну единицу ОЧ смеси, % по массе [2]

Спирт	Бензин ОЧ 70	Бензин ОЧ 92	Бензин ОЧ 66,7
Метанол	1,19	2,0	2,46
Этанол	1,07	1,44	1,64
Пропанол	1,25	2,0	2,14
Бутанол	2,00	5,29	4,11
Изобутанол	1,72	4,11	

Таблица 3

Сравнение бензоспиртовых смесей Е10 и Е85 с бензином по токсичности выбросов

Компоненты отработанных газов	Много меньше	Меньше	Одинаково	Больше	Много больше
СО	Е10			Е85	
SO ₂	Е85	Е10	Е10, Е85		
NO _x					
Летучие компоненты		Е85		Е10	
CO ₂	Е85	Е10			

Сравнивая физико-химические свойства спиртовых и нефтяных моторных топлив, можно сделать некоторые общие заключения. Близкие значения массовой теплотворности смеси стехиометрического состава для рассмотренных видов топлив, несмотря на существенно более низкие значения теплоты сгорания спиртов по сравнению с бензином, указывают на то, что использование в качестве топлива спиртов не должно оказать заметного влияния на мощностные показатели двигателей.

Вместе с тем наличие значительного количества кислорода в составе спиртов предопределяет заметное уменьшение теоретически необходимого количества воздуха для сжигания 1 кг спирта по сравнению с бензином, вследствие чего приспособление двигателей к работе на спиртах потребует внесения соответствующих изменений в топливоподающую систему и увеличенных емкостей для их хранения.

Высокая скрытая теплота испарения спиртовых топлив, особенно метанола, вызывает затруднения при холодном пуске двигателей.

Так, холодный пуск двигателей, работающих на спирте, затруднен уже при температуре ниже 10 °С при карбюраторном питании и ниже 5 °С при использовании систем впрыска. Проблема в известной степени решается добавлением в спиртовые топлива низкомолекулярных ароматических углеводородов или эфиров. Для устойчивости работы в режиме прогрева использование спирта требует более высокой энергии искрового разряда в свечах зажигания, чем использование бензина.

Низкая вязкость спиртов затрудняет смазку топливоподающей аппаратуры, а относительно высокая электропроводность совместно с высоким содержанием в спиртах кислорода вызывают необходимость решения проблем, связанных с коррозией и химическим разрушением материалов, контактирующих со спиртовым топливом [1], [2], [8],[9].

ОБЗОР ТЕХНОЛОГИИ FFV

Основы технологии были созданы компанией FORD в 80-х годах прошлого века. Двухтопливные автомобили могли работать на смеси бензина и спирта в любой пропорции, используя одни и те же компоненты топливной системы (бак, топливопроводы, топливодозирующие элементы). Материалы, применяемые для элементов топливной системы, должны обладать повышенной устойчивостью к коррозии, так как этанол более коррозионно активен, чем бензин.

Как показала практика, спиртобензиновые топлива, содержащие до 15–20 % этанола, могут применяться в любом бензиновом ДВС. Смеси, содержащие более 20 % этанола, требуют внесения изменений в топливную систему и систему управления режимами работы двигателя.

К середине 1980-х годов был создан относительно дешевый и надежный датчик, позволяющий анализировать состав отработавших газов. К этому же времени развитие в области микроэлектроники позволило настолько удешевить производство микросхем, что на их основе стало возможно производство доступных для массового пользования блоков управления различными системами автомобиля (АБС, подушки безопасности, системы питания и зажигания). На основе датчика кислорода (лямбда зонда) и микропроцессорного блока управления режимами работы двигателя был разработан блок, анализирующий состав поступающей в цилиндры двигателя смеси и управляющий ее составом посредством изменения количества подаваемого топлива в зависимости от пропорции спирта и бензина в нем.

Основные отличия автомобиля FFV от бензинового незначительны:

- общие элементы топливной системы (топливный бак, топливопроводы, фильтрующие элементы), повышенная антикоррозионная стойкость применяемых материалов. Как правило, в качестве материалов применяются пластмассы или металлы, покрытые пластиковыми материалами;
- топливодозирующие элементы – форсунки, работающие на повышенном давлении и с большей пропускной способностью.

Следует отметить, что в крупнейших научных центрах продолжают исследования по повышению эффективности применения бензоспиртовых смесей в современных и перспективных двигателях. Основные направления их развития приведены в табл. 4.

Таблица 4

Пути повышения эффективности двигателей, работающих на бензоспиртовых (спиртобензиновых) смесях [6], [7], [9], [13]

Преимущества этанола по сравнению с бензином	Технологии, позволяющие реализовать преимущества
Высокое октановое число	Турбонаддув высокого и низкого давления
Высокая скрытая теплота сгорания	Повышение степени сжатия более 14
Широкий диапазон пределов воспламенения смесей	Непосредственный впрыск; применение обедненных смесей; применение нейтрализаторов NOx

Хорошо известно положительное влияние степени сжатия на увеличение термического КПД и других характеристик двигателя. В табл. 5 показано влияние повышения степени сжатия ДВС, произведенных в Бразилии, на их технико-экономические характеристики [7], [10].

Таблица 5

Влияние степени сжатия на характеристики ДВС

Год выпуска	Степень сжатия	Мощность двигателя	Крутящий момент	Топливная экономичность
2003	10,1	+3 %	+2 %	-25...35 %
2006	12,5	+7 %	+5 %	-25...30 %
2008	13,5	+9 %	+7 %	-20...25 %

ПРИМЕНЕНИЕ ЭТАНОЛА В КАЧЕСТВЕ ТОПЛИВА И ПЕРЕХОД К ТЕХНОЛОГИИ FFV НА ПРИМЕРЕ БРАЗИЛИИ

Развитие спиртовых автомобилей в Бразилии началось во времена нефтяного кризиса 1970-х годов. Проектированию и производству автомобилей, работающих на спирте, способствовали субсидии правительства в рамках программы Proalcool. В рамках этой программы в штате Сан-Паулу весь парк бензиновых автомобилей перевели на спиртовое топливо [4], [8], [9], [13].

При этом возник ряд серьезных проблем, среди которых коррозия элементов топливной системы, плохая карбюризация и проблемы с пуском двигателя. С переходом от карбюраторов к впрыску топлива эти вопросы были сняты.

В 1970-е годы спирт добавлялся к бензину в процентном соотношении 20–25 %. Субсидии, предоставленные правительством, и высокие цены на нефть привели к тому, что стоимость литра спирта стала ниже, чем бензина. В результате в 1980-е годы 100 % автомобилей работали на спирте. В 1984 году 94,4 % проданных автомобилей были предназначены для работы на чистом спирте [4], [10].

В 1986 году цены на нефть упали. К этому времени более 20 миллиардов долларов были вложены в сотни заводов по производству спирта,

более 5 миллионов автомобилей потребляли этанол, была создана соответствующая инфраструктура. В 1989 году произошло сокращение производства спирта из-за нестабильности на мировом рынке сахарной продукции. Программе Proalcool был нанесен серьезный удар, и, хотя официально она не была закрыта, начиная с 1998 года субсидии на ее поддержку стали уменьшаться.

Надо отметить, что главные цели программы были достигнуты, так как с начала ее введения Бразилии удалось избежать импорта нефти на сумму более 20 миллиардов долларов в год. Сегодня Бразилия является крупнейшим производителем и экспортером этанола. Этанол составляет более 20 % от общего объема топлива, потребляемого в этой стране. Достигнутый прогресс, прежде всего, связан с тем, что бразильский этанол имеет самую низкую себестоимость в мире. С одного гектара плантаций сахарного тростника в Бразилии получают 4...6 тысяч литров этанола, а, например, в США кукурузный гектар дает всего около 2 тысяч литров [8], [9], [13]. Таким образом было доказано, что при государственной поддержке, регулировании и стимулировании рынка энергоносителей можно существенно уменьшить зависимость от импортируемой нефти.

Когда утверждалась программа Proalcool, критики указывали на ее негативное влияние на экологию и повышение стоимости побочных затрат в будущем. Среди прочих недостатков программы назывались: обострение проблем на рынке труда, загрязнение водных ресурсов, увеличение выбросов при традиционном сгорании отходов и обострение конкуренции с продуктами питания и сельского хозяйства. Многие из них были постепенно сняты за счет применения более современных технологий.

Переход к применению альтернативного топлива был в то время вызван стратегическими и экономическими факторами, поскольку в середине 1970-х годов еще не столь остро стоял вопрос уменьшения выбросов парниковых газов. Тем не менее это был один из первых серьезных шагов на пути использования возобновляемого топлива вместо ископаемого.

Этанол более экологичен, чем нефть. При его сгорании в двигателе выделяются меньше окислов углерода (CO), а при выращивании тростника происходит абсорбция CO₂, относящегося к парниковым газам [4], [5]. Опыт программы Proalcool показал, что в Сан-Паулу значительно сократилось загрязнение воздушного бассейна.

В 1994 году бразильский филиал компании Robert Bosch Group начал продвигать разработку и реализацию двигателей по технологии FFV в Бразилии, отказавшись от производства двигателей, работающих только на спиртовом топливе. Возможность применения и бензина, и спирта в двигателях открывала дополнительные возможности для потребителей, а производителям автомобилей не пришлось создавать два разных конвейера для выпуска спиртовых и бензиновых автомобилей.

На конец 2008 года в Бразилии автомобили FFV выпускали три основных производителя – Fiat, GM и Volkswagen. Уже в 2003 году эти компании представили авторынку страны 12 моделей автомобилей (23 версии), которые активно продавались. Только за первые 6 месяцев 2004 года в Бразилии было продано 119 925 автомобилей FFV. В июне продажа достигла 31 183 штук [4], [7], [10].

Как и ожидалось, автопроизводители прекратили производство автомобилей, работающих только на спирте, так как потребители стали предпочитать автомобили FFV, удовлетворяющие широким уровням эксплуатации. Автопроизводители, предвидя огромный потенциал роста продаж, делали большие инвестиции в технологии FFV.

Почти три десятилетия эксплуатации автомобилей на спиртовом топливе позволили поднять технологии FFV на высокий уровень. Автомобили FFV по эксплуатационным характеристикам сравнимы с бензиновыми и даже имеют лучшие результаты по ускорению и максимальной скорости, но меньший пробег на одну заправку (потребление спирта почти на 30 % больше, чем бензина).

БУДУЩЕЕ ТЕХНОЛОГИИ FFV

Переход к технологиям FFV в других странах, очевидно, потребует создания соответствующей инфраструктуры, внесения изменений в технологию производства на существующих заводах. Важно также отметить, что общие затраты при производстве двигателей FFV не сильно отличаются от производства обычных бензиновых двигателей и автомобилей. Так, уже сейчас большинство ведущих автопроизводителей, стремясь снизить массу автомобиля, широко используют пластмассы, в том числе и при изготовлении элементов топливной системы (баки, топливопроводы, топливная рампа).

Несмотря на широкие перспективы, дальнейшее наращивание производства FFV-автомобилей, без больших капитальных вложений и поддержки автомобильных компаний добиться положительных результатов невозможно.

Распространение технологии FFV будет зависеть от следующих факторов:

- развитие заправочных станций;
- заинтересованность существующих и новых производителей в выпуске автомобилей по данной технологии;
- снижение стоимости топливного этанола;
- ужесточение экологических стандартов для топлив и двигателей.

Сегодня правительства ряда стран (Китай, США, Южная Африка, Австралия, Швеция, Таиланд, Индия, Канада) стимулируют продвижение FFV-технологии за счет предоставления производителям субсидий и налоговых льгот. Это позволяет инновационным компаниям вместе с дистрибьюторами топлива расширять использование этой технологии в мире.

В 2005 году в США более 5 млн автомобилей были оборудованы FFV-двигателями. В конце 2006 года в США эксплуатировалось 6 млн FFV-автомобилей. Общий мировой парк FFV к 2008 году составлял более 20 млн автомобилей [7], [13].

Неуклонно растет и сеть заправочных станций. Во всем мире в 2008 году насчитывалось более 36 000 заправок, предлагающих спиртосодержащее топливо. Из них более 1900 заправочных станций продают E85 в США (по данным на январь 2009 года). В целом в стране автомобильное топливо продают около 170 000 заправочных станций [7], [13]. Растет и количество бензоспиртовых заправок в Европе. Например, в Швеции их около 1200. В Бразилии около 39 000 заправочных станций продают этанол (конец 2008 года).

Опыт применения спиртов в Сан-Паулу и Рио-де-Жанейро показал, что возможно значительно улучшить состояние воздушной среды в мегаполисах. Развитие технологии FFV является одним из этапов перехода к экологически чистым транспортным технологиям на основе топливных элементов, которые пока находятся на начальной стадии коммерциализации. Переход к применению технологии FFV в других странах может существенно отличаться от бразильского опыта. Могут потребоваться большие усилия для их развития: дополнительные инвестиции в развитие заводов по производству относительно дешевых спиртов, строительство сети заправочных станций и обучение персонала, формирование общественного мнения и т. д.

В России для производства топливных спиртов имеется достаточно серьезная сырьевая, технологическая и промышленная база. В 2004 году введен в действие ГОСТ Р 52201-2004 на этаноловое моторное топливо (бензолы). Уже пять нефтеперерабатывающих заводов отрасли провели все необходимые исследования и испытания для выпуска бензинов АИ-92, содержащих в своем составе 5 % этанола, и получили соответствующие разрешения Госстандарта России (допуск к производству и применению) [2], [3].

Развивая технологии FFV в России, можно одинаково успешно решить комплекс социально-экономических задач, среди которых:

- диверсификация энергоносителей;
- развитие сельского и лесного хозяйства;
- повышение занятости населения;
- оздоровление воздушного бассейна в крупных городах;
- дальнейшее увеличение экспорта нефти и газа.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Резюмируя, можно отметить основные факторы, стимулирующие распространение этанола в качестве топлива массового потребления:

- этанол – проверенное практикой топливо для мобильных транспортных средств, одобренное как в чистом виде, так и в качестве добавок к бензинам для повышения их экологических и антидетонационных свойств;
- производство этанола возможно из любого органического сырья, что в дальнейшем может привести к снижению его себестоимости;
- этанол содержит больше энергии, чем требуется для его производства;
- этанол – биоразлагающееся вещество, способное к разложению как в воде, так и в почве;
- производство этанола способствует развитию экономики и занятости населения в аграрно ориентированных районах;
- эффективное применение топливного этанола потребует значительного повышения уровня технического состояния средств хранения и транспортирования горючего, заправки техники.
- этанол повышает конкурентоспособность через развитие новых технологий. Использование в качестве сырья лигнинов и других органических отходов деревообрабатывающей и сельскохозяйственной промышленности может в перспективе повысить энергетическую безопасность и значительно сократить выбросы парниковых газов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Беляев С. В., Беляев В. В. Топлива для современных и перспективных автомобилей. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2005. 236 с.
2. Макаров Б. В., Петрышкин А. А. и др. Спирты как добавки к бензинам // Автомобильная промышленность. 2005. № 8. С. 24–26.
3. «Современная АЗС». <http://www.sovazs.com>.
4. Brusstar M. Sustainable Technology Chooses for Alternative Fuels. USAF XV // International symposium on Alcohol Fuels. September 2005. <http://www.epa.gov>.
5. Alternative Fuel in Brazil Flex-Fuel Vehicles. <http://www.cse.unc.edu>.
6. E85 as a vehicle Fuel. AEVI. <http://www.doe>.
7. Flexible-fuel vehicle. http://en.wikipedia.org/wiki/Flexible-fuel_vehicle.
8. Fuel Ethanol. Industry Guidelines, specifications and Procedures. December 2003. Renewable Fuels Association. <http://www.ethanolrfa.org>.
9. La under K. From promise to purpose: opportunities and constraints for ethanol-based transportation fuels // MSU. DRD. 2001. P. 49.
10. Macdonald Th. Alcohol fuel flexibility – progress and prospects // CEC-600-2005-308. September 2005. <http://www.epa.gov>.
11. Review of the EU Biofuel directive. <http://www.ebio.org>.
12. Swartz A. An Introduction to Fuel Ethanol // Briefing to the Sao Paulo Sugar Cane Agroindustry Union, Sao Paulo, Brasil, February 2005.
13. US Department of Energy, Energy Information Administration, Annual Survey of Alternative Fuel vehicle Suppliers and Users. <http://www.eia.doe.gov/fuelalternate.html>.

АНАТОЛИЙ ВАСИЛЬЕВИЧ КОЙБИН

кандидат технических наук, доцент кафедры механики
строительного факультета ПетрГУ
kabs@karelia.ru

ВИБРАЦИИ В УПРУГОМ СТЕРЖНЕ ПРИ СЛУЧАЙНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ И ВНЕШНЕМ ТРЕНИИ

В работе рассматривается задача о вынужденных крутильных колебаниях в упругом полубесконечном стержне под воздействием случайного возмущения на торце стержня и наличия внешнего сухого трения.

Ключевые слова: вибрации, случайное воздействие, математическое ожидание, линеаризация

Для контактных поверхностей полагаем справедливым закон Кулона, а для материала стержня – закон Гука [2], [4]. Поставленная задача решается с использованием приближенных методов статистической линеаризации и одной из модификаций асимптотического метода Крылова – Боголюбова [1]. Применение этих методов позволило получить аналитические выражения вибраций стержня, а также проследить за изменением гистерезисных потерь в зависимости от внешнего воздействия и степени контакта поверхностей.

1. Рассмотрим полубесконечный круглый стержень, взаимодействующий с внешней средой сухим трением и находящийся на конце ($x = 0$) под воздействием стационарной случайной нагрузки с математическим ожиданием, равным нулю.

Уравнение динамики стержня имеет вид

$$J\rho\ddot{\varphi} - GJ\varphi'' = -m\text{sign}\dot{\varphi}. \quad (1.1)$$

Здесь $\varphi(x, t)$ – угол поворота сечения с координатой x , G – модуль сдвига, J – полярный мо-

мент инерции, ρ – плотность материала. Штрихом и точкой обозначены частные производные по координате x и времени t , m – интенсивность крутящего момента сил трения, отнесенная к единице длины стержня.

$$m = 2\pi R^2 q, \quad q = f p, \quad (1.2)$$

где R – радиус цилиндрической поверхности стержня, q – предельное значение сил трения, f – коэффициент трения, p – нормальное давление на поверхности контакта. При этом принимается, что нормальное давление на поверхности контакта не изменяется ни при нагружении, ни по длине. Это предположение вполне приемлемо в задачах о кручении [1], [2].

Нагрузку, действующую на торце стержня (крутящий момент), зададим в виде ее спектрального разложения

$$M(t) = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\omega t} V(\omega) d\omega, \quad (1.3)$$

где $V(\omega)$ – белый шум, интенсивность которого равна спектральной плотности $S(\omega)$ случайной функции $M(t)$.

Для решения задачи воспользуемся приближенным методом, основанным на методе статистической линеаризации [1], [3]. В соответствии с этим методом нелинейную функцию в правой части уравнения (1.1) заменим линейной

$$m \operatorname{sign} \dot{\varphi} \approx k \dot{\varphi}. \quad (1.4)$$

Коэффициент линеаризации k выбираем из условия минимума среднеквадратической ошибки от замены нелинейной функции приближенной линейной. Его выражение таково [5].

$$k = \frac{1}{\sigma_v^2} \int_{-\infty}^{\infty} m v w(v) \operatorname{sign} v dv. \quad (1.5)$$

Здесь $v = \dot{\varphi}$ – скорость углового перемещения сечения стержня, σ_v и $W(v)$ – ее среднеквадратическое значение и плотность вероятности; при этом учтено, что для стационарного процесса математическое ожидание M_v равно нулю.

Закон распределения плотности вероятности $W(v)$ неизвестен до решения задачи в целом, и его полагаем нормальным [1], [3].

$$W(v) = \frac{1}{\sqrt{2\pi} \sigma_v} \exp\left(-\frac{v^2}{2\sigma_v^2}\right). \quad (1.6)$$

Вычисляя коэффициент статистической линеаризации по формуле (1.5), получаем

$$k = \frac{2m}{\sqrt{2\pi} \sigma_v}. \quad (1.7)$$

Тогда уравнение (1.1) запишем в форме

$$\ddot{\varphi} - c^2 \varphi'' + \frac{h}{\sigma_v} \dot{\varphi} = 0, \quad c^2 = G/\rho, \quad h = \frac{2m}{\sqrt{2\pi} J \rho}. \quad (1.8)$$

Решение уравнения (1.8) будем разыскивать в виде интегрального канонического представления по аналогии с (1.3):

$$\varphi = \int_{-\infty}^{\infty} \exp\{i[\omega t - \varphi(\omega, x)]\} a(x, \omega) \mathcal{N}(\omega) d\omega. \quad (1.9)$$

Предполагая вибрации стержня медленно меняющимися по координате и исследуя стационарные процессы, положим [1]

$$a' = \varepsilon A(x); \quad \psi' = \alpha + \varepsilon \mu(x); \quad \alpha = \frac{\omega}{c}; \quad (1.10)$$

причем ε – малый параметр.

Подставив искомое решение (1.9) в (1.8) и приравняв к нулю действительную и мнимую части, получим уравнения для определения неизвестных функций a и ψ . При этом содержащиеся в (1.8) производные должны быть вычислены при помощи соотношения (1.10) с точностью до величин первого порядка малости.

$$a' + \frac{ha}{2c\sigma_v} = 0; \quad \psi' = \alpha, \quad (1.11)$$

где неизвестен до решения задачи характер распределения σ_v по сечениям x . Анализируя пространство поля вибраций по длине стержня, можно заметить, что σ_v изменяется, уменьшаясь при удалении от нагруженного конца стержня. В рассматриваемом случае поле вибраций будет слабооднородным, поэтому естественно предположить

$$\sigma_v = \sigma_0 - \gamma x. \quad (1.12)$$

Здесь σ_0 и γ – параметры, подлежащие определению. Тогда решением системы (1.11) будут функции

$$a = \xi(\sigma_0 - \gamma x); \quad \psi = \psi_0 + \alpha x; \quad \gamma = \frac{h}{2c}, \quad (1.13)$$

где ξ и ψ_0 – постоянные интегрирования, которые находятся из граничного условия:

$$-GJ \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \int_{-\infty}^{\infty} e^{i\omega t} V(\omega) d\omega. \quad (x=0) \quad (1.14)$$

Подставив найденные выражения (1.13) в (1.9), запишем для углов поворота сечений:

$$\varphi = \int_{-\infty}^{\infty} \exp[i(\omega t - \psi_0 - \alpha x)] \xi(\sigma_0 - \gamma x) \mathcal{N}(\omega) d\omega. \quad (1.15)$$

Решение (1.15) тождественно удовлетворяет линеаризованному уравнению (1.11). Отметим, что полученное решение справедливо для той области стержня, где среднеквадратическое значение σ_v , определяемое зависимостью (1.12), положительно, то есть для области, определяемой неравенством $0 < x < x_* = \sigma_0/\gamma$.

Удовлетворяя граничному условию (1.14), получим:

$$\xi = \frac{1}{GJ \sqrt{\alpha^2 \sigma_0^2 + \gamma^2}}; \quad \psi_0 = \arctg \frac{\alpha \sigma_0}{\gamma}. \quad (1.16)$$

По найденному каноническому представлению решения (1.15) можно определить скорости поворота сечений и их средние квадраты:

$$\sigma_v^2 = \int_{-\infty}^{\infty} (\sigma_0 - \gamma x)^2 \omega^2 \xi^2 S(\omega) d\omega. \quad (1.17)$$

Уравнение (1.17) служит для определения σ_0 – среднеквадратического значения σ_v в сечении $x = 0$. Учитывая выражения (1.16), из (1.17) получаем уравнение для отыскания σ_0 :

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^2 S(\omega)}{(GJ)^2 (\alpha^2 \sigma_0^2 + \gamma^2)} d\omega = 1. \quad (1.18)$$

Интегрирование по частоте в (1.18) можно осуществить для широкого класса спектральных плотностей нагрузки. Например, если

$$S(\omega) = \frac{D}{\pi} \frac{\beta}{\omega^2 + \beta^2}; \quad D > 0; \beta > 0, \quad (1.19)$$

то уравнение (1.18) можно записать в виде

$$\int_{-\infty}^{\infty} \frac{\omega^2}{(\omega^2 + b^2)(\omega^2 + \beta^2)} d\omega = \frac{(GJ)^2 \sigma_0^2 \pi}{c^2 \beta D}; \quad (1.20)$$

$$b^2 = \frac{\gamma c}{\sigma_0}.$$

Вычисляя интеграл при помощи теории вычетов, приходим к квадратному уравнению относительно σ_0 :

$$\sigma_0^2 + \frac{\gamma c}{\beta} \sigma_0 - \frac{c^2 D}{(GJ)^2} = 0. \quad (1.21)$$

Из двух корней уравнения (1.21) выбираем заведомо положительный:

$$\sigma_0 = -\frac{\gamma c}{2\beta} + \sqrt{\frac{\gamma^2 c^2}{4\beta^2} + \frac{c^2 D}{(GJ)^2}}. \quad (1.22)$$

Запишем выражение для координаты, определяющей границу распространения поля вибраций в зависимости от интенсивности крутящего момента m , положив в (1.12) $\sigma_v = 0$:

$$x_* = \frac{\sigma_0}{\gamma} = -\frac{c}{2\beta} + \sqrt{\frac{c^2}{4\beta^2} + \frac{2\pi D}{m^2}}. \quad (1.23)$$

Отсюда видно, что при увеличении момента сил трения, приходящегося на единицу длины стержня, вибрации локализируются в сечении

$x = 0$, а при уменьшении значения m зона распространения вибраций расширяется.

2. Рассмотрим определение необратимых потерь, совершаемых случайным воздействием. Эти потери могут быть оценены средним значением по времени работы возмущающего момента, действующего на торце стержня:

$$\psi = -\frac{1}{T} \int_0^T M(t) \frac{\partial \varphi}{\partial t} dt; \quad (x = 0), \quad (2.1)$$

или же потери могут быть оценены средним значением по времени работы линеаризованных сил трения в зоне распространения вибраций, которые можно определить, пользуясь выражением

$$\psi = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{x^*} mk \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} \right)^2 dx dt, \quad (2.2)$$

где k – коэффициент статистической линеаризации, определяемый по (1.5).

$$\psi = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{x^*} \frac{2m}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} \left(\frac{\partial \varphi}{\partial t} \right)^2 dx dt. \quad (2.3)$$

Применим к (2.3) операцию математического ожидания:

$$M[\psi] = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{x^*} \frac{2m}{\sqrt{2\pi\sigma_v}} M\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right)^2\right] dx dt. \quad (2.4)$$

$$\text{Учтем, что } M\left[\left(\frac{\partial \varphi}{\partial t}\right)^2\right] = \sigma_v^2 = (\sigma_0 - \gamma x)^2.$$

Получим

$$M[\psi] = \frac{1}{T} \int_0^T \int_0^{x^*} \frac{2m}{\sqrt{2\pi}} (\sigma_0 - \gamma x) dx dt = \sigma_0^2 c J \rho. \quad (2.5)$$

Из (2.5) видно, что для стационарного случайного воздействия площадь гистерезисной петли постоянна и с течением времени не изменяется. При $m = 0$ потери (2.5) выражаются: $M[\psi] = cD/GJ$, это та часть работы случайного воздействия, которая расходуется на то, чтобы распространять случайные вибрации в бесконечность при отсутствии сил трения. По мере увеличения сил трения среднее значение потерь стремится к нулю. Полученными результатами можно воспользоваться для анализа вибраций в стержне конечной длины l . При заданной длине стержня существует минимальное значение момента трения m , при котором случайные вибра-

ции не распространяются дальше l , то есть $x_* \leq l$. Положив в (1.23) $x_* = l$, найдем

$$m = \sqrt{\frac{2\pi D\beta}{(\beta l + c)l}}. \quad (2.6)$$

В таком соотношении должны находиться минимальное допустимое значение момента сил трения, отнесенного к единице длины стержня, и параметры D и β случайного воздействия, чтобы не происходило полного прокручивания стержня.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Вульфсон И. И., Коловский М. З. Нелинейные задачи динамики машин. М.: Машиностроение, 1968. С. 65–72.
2. Миронов М. В. О распространении в стержнях продольных колебаний с медленно меняющимися параметрами // Изв. АН СССР. МТТ. 1969. № 4. С. 91–96.
3. Пальмов В. А. Распространение вибраций в нелинейной среде // ПММ. 1967. Т. 31. Вып. 4. С. 749–756.
4. Пановко Я. Г. Внутреннее трение при колебаниях упругих систем. М.: Физматгиз, 1960. 193 с.
5. Пугачев В. С. Теория случайных функций. М.: Физматгиз, 1960. 883 с.

УДК 621.001

АЛЕКСАНДР ВАСИЛЬЕВИЧ ПИТУХИН

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой технологии металлов и ремонта, декан лесотехнического факультета ПетрГУ
pitukhin@psu.karelia.ru

ИГОРЬ ГЕННАДЬЕВИЧ СКОБЦОВ

кандидат технических наук, доцент кафедры технологии металлов и ремонта лесотехнического факультета ПетрГУ
iskobtsov@mail.ru

ДЕНИС АНДРЕЕВИЧ ХВОИН

аспирант кафедры технологии металлов и ремонта лесотехнического факультета ПетрГУ
rp2@petrzu.russvet.ru

**ОЦЕНКА ВЕРОЯТНОСТИ БЕЗОТКАЗНОЙ РАБОТЫ ЭЛЕМЕНТОВ
КОНСТРУКЦИЙ С ТРЕЩИНОПОДОБНЫМИ ДЕФЕКТАМИ**

В статье рассмотрено квазихрупкое разрушение при воздействии стационарного случайного процесса нагружения в случае наличия в элементах конструкций трещиноподобных дефектов. На основании положений теории выбросов случайных функций и допущений В. В. Болотина и А. А. Свешникова получены зависимости для оценок вероятности безотказной работы.

Ключевые слова: квазихрупкое разрушение, трещиноподобный дефект, механика разрушения, стационарный случайный процесс, вероятность безотказной работы

Отказы элементов конструкций возникают как результат несовершенства или нарушения правил проектирования (конструкторские отказы), процесса изготовления (производственные отказы) или условий эксплуатации (эксплуатационные отказы). Трещины инициируются на дефектах различного рода в зоне действия наибольших напряжений.

Дефекты (несовершенства) по размеру могут быть допустимыми или недопустимыми. При наличии недопустимых дефектов детали выбраковываются. В большинстве же эксплуатируемых элементов конструкций имеются допустимые дефекты, возникающие в процессах производства металлов и сплавов, литья,ковки, сварки, механической обработки и т. д. Некоторые из этих дефектов являются трещиноподобными и могут рассматриваться как элементы начала разрушения, то есть как первоначальные трещины, пусть даже достаточно малого размера.

При однократном приложении постоянно возрастающей нагрузки разрушение материалов

в зависимости от степени пластической деформации может быть хрупким, квазихрупким и вязким (пластическим). Хрупкое разрушение происходит в результате распространения магистральной трещины после макроскопически незначительной пластической деформации, сосредоточенной в приповерхностной зоне трещины. При квазихрупком разрушении существуют пластическая зона перед фронтом трещины и пластически деформированный материал у поверхности трещины. Остальной, значительно больший по величине объем тела находится в упругом состоянии. Вязкое разрушение происходит после существенной пластической деформации, протекающей по всему или почти по всему объему тела. Иногда выделяют еще и квазивязкое разрушение, занимающее промежуточное положение между вязким и квазихрупким.

Основополагающей является работа А. Гриффитса [6], где предложен энергетический подход для случая хрупкого разрушения при наличии трещины. Экспериментальные и теоретические

исследования Дж. Ирвина [7] привели к силовому подходу и концепции квазихрупкого разрушения. Условием локального разрушения тела (страгивания трещины) по Ирвину является равенство коэффициента интенсивности напряжений K_I его критическому значению K_{IC} :

$$K_I = K_{IC}. \quad (1)$$

Критический коэффициент интенсивности напряжений (иногда его называют вязкостью разрушения) является константой материала и подлежит экспериментальному определению. Коэффициент интенсивности напряжений определяется по формуле:

$$K_I = Y_I(l)\sigma\sqrt{\pi l}, \quad (2)$$

где $Y_I(l)$ – функция, зависящая от геометрической формы детали и длины трещины; σ – действующее номинальное напряжение; l – длина (полудлина) трещины.

Для определения функции $Y_I(l)$ в элементах конструкций сплошной формы существует множество методов. Мы не будем на них останавливаться, поскольку вид функции $Y_I(l)$ для очень многих частных случаев приведен в литературе [2], [3], [7], [8]. Заметим лишь, что для бесконечной пластины со сквозной трещиной длиной $2l$ $Y_I(l) = 1.0$, а для полубесконечной пластины с граничной краевой трещиной длиной l $Y_I(l) = 1.1215$.

Пусть воздействующее на элемент конструкции напряжение является стационарным случайным процессом $\sigma(t)$. Основными характеристиками такого процесса являются спектральная плотность $S_\sigma(\omega)$ и математическое ожидание σ . При наличии трещиноподобного дефекта длиной (полудлиной) l с использованием зависимости (2) получаем:

$$K_I(t) = Y_I(l)\sqrt{\pi l}\sigma(t). \quad (3)$$

Очевидно, что спектральная плотность случайного процесса коэффициента интенсивности напряжений определится по формуле:

$$S_K(\omega) = Y_I(l)\sqrt{\pi l}S_\sigma(\omega). \quad (4)$$

Предполагаем, что случайный процесс $K_I(t)$ является стационарным и дифференцируемым. Обозначим

$$\nu(t) = \frac{dK_I(t)}{dt}. \quad (5)$$

Нас интересует вероятность того, что случайная функция $K_I(t)$ выйдет за пределы K_{IC} , то есть произойдет выброс за указанный уровень.

Воспользовавшись положениями теории выбросов случайных процессов [5], запишем для среднего числа пересечений процессом $K_I(t)$ уровня K_{IC} в единицу времени

$$P_{K_{IC}} = \int_0^\infty f(K_{IC}, \nu) \nu d\nu. \quad (6)$$

Величина $P_{K_{IC}}$ называется временной плотностью вероятности. Среднее число пересечений уровня K_{IC} за время τ определится по формуле:

$$N_+(\tau) = \tau P_{K_{IC}}. \quad (7)$$

Для гауссовского стационарного случайного процесса

$$N_+(\tau) = \tau \frac{\omega_e}{2\pi} \exp\left(-\frac{(K_{IC} - \bar{K}_I)^2}{2D_K}\right), \quad (8)$$

где K_I – математическое ожидание случайного процесса

$$K_I(t), \bar{K}_I(t) = Y_I(l)\sqrt{\pi l}\sigma;$$

D_K – дисперсия случайного процесса $K_I(t)$:

$$D_K = \int_0^\infty S_K(\omega) d\omega;$$

ω_e – эффективная частота процесса $K_I(t)$, c^{-1} :

$$\omega_e = \left(\frac{\int_0^\infty \omega^2 S_K(\omega) d\omega}{D_K} \right)^{1/2}. \quad (9)$$

Полученные зависимости (3)–(9) дают возможность оценить вероятность безотказной работы. При этом используем допущение, предложенное В. В. Болотиным [1] для вероятности отказа $Q(t)$: $Q(t) \approx N_+(t)$.

Очевидно, вероятность безотказной работы определится:

$$P(t) \approx 1 - N_+(t). \quad (10)$$

Для гауссовского стационарного случайного процесса, учитывая (8), соответственно:

$$P(t) \approx 1 - t \frac{\omega_e}{2\pi} \exp\left(-\frac{(K_{IC} - \bar{K}_I)^2}{2D_K}\right). \quad (11)$$

Для оценки вероятности безотказной работы весьма интересен подход А. А. Свешникова [4], основанный на использовании распределения Пуассона. Исходя из предположения о том, что распределение отказов следует закону Пуассона,

получено, что вероятность наступления m событий за время наблюдения $0 \leq \tau \leq t$ составляет:

$$P_m = \frac{\lambda^m}{m!} e^{-\lambda}, \quad (m = 0, 1, \dots).$$

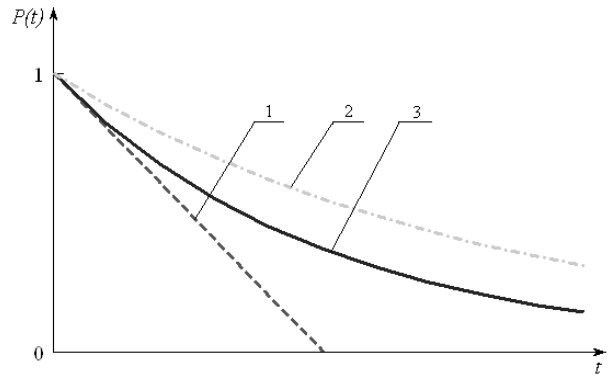
Здесь λ – математическое ожидание числа отказов.

Вероятность безотказной работы будет определяться как вероятность того, что за время t не произойдет ни одного отказа (выброса $K_I(t)$ за уровень K_{IC}), то есть P_0 . Таким образом, подход А. А. Свешникова дает оценку:

$$P(t) \approx \exp[-N + (t)]. \quad (12)$$

Для гауссовского стационарного процесса нагружения с учетом зависимостей (8) и (12) имеем:

$$P(t) = \exp \left[-t \frac{\omega_e}{2\pi} \exp \left(-\frac{(K_{IC} - \bar{K}_I)^2}{2D_K} \right) \right]. \quad (13)$$



Графики зависимости вероятности безотказной работы от времени:

1 – подход В. В. Болотина; 2 – подход А. А. Свешникова;
3 – действительная зависимость

На рисунке приведены графические зависимости вероятности безотказной работы. Кривые 1 и 2 соответствуют подходам В. В. Болотина и А. А. Свешникова, кривая 3 – реальная зависимость.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Болотин В. В. Прогнозирование ресурса машин и конструкций. М.: Машиностроение, 1984. 312 с.
2. Питухин А. В. Вероятностно-статистические методы механики разрушения и теории катастроф в инженерном проектировании. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1998. 304 с.
3. Питухин А. В. Оценка периода зарождения усталостной трещины от рисков после механической обработки // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Естественные и технические науки». 2008. № 1. С. 111–113.
4. Свешников А. А. Прикладные методы теории случайных функций. М.: Мир, 1962. 463 с.
5. Чернецкий В. И. Моделирование стохастических систем. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 1994. 488 с.
6. Griffith A. A. The phenomena of rupture and flow in solids. Phil. Trans. Roy. Soc. Of London A221 (1921). P. 163–197.
7. Irwin G. R. Fracture dynamics // Fracturing of metals. ASM. Cleveland, 1948. P. 147–166.
8. Pitukhin A. V. Fracture Mechanics and Optimal Design // Int. Journal for Numerical Methods in Engineering. 1992. Vol. 34, № 3. P. 933–940.

ВЕНИАМИН НИКОЛАЕВИЧ ШИЛОВСКИЙ

доктор технических наук, профессор кафедры технологии металлов и ремонта лесоинженерного факультета ПетрГУ
 tmir@psu.karelia.ru

ГРИГОРИЙ ЮРЬЕВИЧ ГОЛЬШТЕЙН

аспирант кафедры технологии металлов и ремонта лесоинженерного факультета ПетрГУ
 tmir@psu.karelia.ru

ОБОСНОВАНИЕ ПАРАМЕТРИЧЕСКОГО ОТКАЗА ЛЕСОЗАГОТОВИТЕЛЬНОЙ МАШИНЫ

В статье предложены методические подходы, математические модели по экономическому обоснованию критериев параметрических отказов, периодичности диагностики сопряжений лесозаготовительных машин.

Ключевые слова: параметрический отказ, экономический критерий, периодичность диагностики

Добиваясь рентабельной работы лесозаготовительной машины (ЛЗМ), нельзя допускать, чтобы себестоимость единицы производимой ею продукции была выше доходной ставки.

Сопряжения ЛЗМ требуют восстановления, ремонтных воздействий после достижения предельного снижения фактической грузоподъемности, производительности технологического оборудования и машины в целом.

Рассмотрим влияние снижения эффективной мощности на экономическую эффективность лесотранспортной машины. С этой целью проследим изменение себестоимости $1 \text{ м}^3 \cdot \text{км}$ или $1 \text{ т} \cdot \text{км}$ от снижения фактической грузоподъемности ЛЗМ.

Расчетную себестоимость перевозки (C_p) представим, согласно работе [2], в виде выражения, включающего прогнозируемые или дискретные эмпирические параметры:

$$C_p = \frac{1}{Q \cdot K_d \cdot K_H} \left(C_{\text{пер}} + \frac{C_{\text{пост}} (L_r + V_T \cdot \Delta t \cdot K_H)}{L_r} \right), \quad (1)$$

где $C_{\text{пер}}$, $C_{\text{пост}}$ – сумма соответственно переменных и постоянных расходов, приходящихся на 1 км пробега лесотранспортной машины, руб./км ; Q – фактическая грузоподъемность машины (масса перевозимого груза), т (м^3); K_d – коэффициент динамического использования грузоподъемности; K_H – коэффициент использования пробега; L_r – средняя длина ездки с грузом, км ; V_T – техническая скорость, км/ч ; Δt – время простоя машины при погрузке и разгрузке за одну ездку, ч . Изменение грузоподъемности машины (манипулятора) происходит из-за снижения мощности (производительности) двигателя (гидронасоса).

На производительность лесотранспортной машины влияет ряд факторов, с учетом которых выражение расчетной производительности лесотранспортной машины может быть представлено в виде выражения, включающего расчетные или эмпирические дискретные параметры:

$$V_u = \frac{Q \cdot K_d \cdot L_r \cdot K_H \cdot V_T}{L_r + K_H \cdot V_T \cdot \Delta t}, \quad (2)$$

где V_q – часовая производительность машины, $т \cdot км/ч$ ($м^3 \cdot км/ч$).

Располагая показателями работы лесотранспортной машины, можно рассчитать себестоимость $1т \cdot км$ ($м^3 \cdot км$) при различной ее фактической грузоподъемности, снижающейся в эксплуатации по причине потери мощности двигателя от износа деталей.

На основе теоретического эксперимента произведем расчет себестоимости $1т \cdot км$ в зависимости от снижения фактической грузоподъемности лесотранспортной машины и определим критическую величину массы перевозимого груза, дальнейшее снижение которой делает эксплуатацию машины экономически неэффективной, то есть себестоимость перевозимого груза будет выше доходной ставки (C_d).

Примем исходные данные для расчета эксперимента:

$$\begin{aligned} Q &= 8т; V_m = 21км/ч; K_d = 1,0; K_n = 0,5; \\ C_{пер} &= 3,574 руб./км; C_{ном} = 30 руб./км; \\ \Delta t &= 0,7ч; C_d = 7,18 руб./т \cdot км. \end{aligned}$$

Для семи различных значений фактической грузоподъемности лесотранспортной машины себестоимость $1 т \cdot км$ представлена в таблице.

Фактическая масса перевозимого груза (грузоподъемность, Q), кг						
8000	7200	6400	5600	4800	4000	3200
Соответствующая грузоподъемности себестоимость $1 т км (C_p)$, руб./т · км						
5,70	6,38	7,18	8,22	9,24	11,00	13,36

Данные расчета-эксперимента показывают, что при массе перевозимого груза менее 6400 кг эксплуатацию транспортного средства делают убыточной. По экономическому критерию цилиндропоршневая группа двигателя ЛЗМ достигла предельного состояния и требует ремонта, то есть устранения возникшего параметрического отказа. На производительность лесозаготовительной машины кроме показателей, определяющих транспортную операцию, значительное влияние оказывает производительность ее технологического оборудования на операциях погрузки (набора пачки деревьев, хлыстов, сортиментов) и разгрузки перемещаемого груза. К основным элементам или узлам гидропривода технологического оборудования ЛЗМ, которые могут иметь параметрический отказ, можно отнести гидроцилиндры, гидромоторы, гидрораспределители, гидронасосы.

Рассмотрим влияние снижения производительности гидроманипулятора трелевочного трактора на экономическую эффективность его работы.

Техническая производительность гидроманипулятора Π , трелевочного трактора, согласно работе [5], определяется по зависимости:

$$\Pi_m = \frac{3600 \cdot Q}{T_p}, \quad (3)$$

где Q – объем пачки деревьев, которую можно погрузить в зажатый коник за рейс, $м^3$; T_p – продолжительность работы гидроманипулятора за период набора пачки, с.

Продолжительность работы гидроманипулятора по набору пачки определяется зависимостью:

$$T_p = t_u \cdot n_u, \quad (4)$$

где t_u – продолжительность одного цикла работы гидроманипулятора по укладке одного дерева в зажимной коник, с; n_u – количество циклов работы манипулятора по набору пачки в зажимной коник.

Продолжительность одного цикла работы гидроманипулятора равна:

$$\begin{aligned} t_u &= K_1(t_{zn} + t_{zl}) + K_2(t_{cn} + t_{co}) + \\ &+ K_3(t_{pn} + t_{po}) + K_4(t_{zp} + t_{zz}), \end{aligned} \quad (5)$$

где K_1, K_2, K_3, K_4 – количество перемещений соответственно поворотной колонне, изменению вылета стрелы, рукояти, захвату за один цикл работы гидроманипулятора; t_{zn}, t_{zl} – время, затрачиваемое на поворот гидроманипулятора вправо и влево, с; t_{cn}, t_{co} – время, затрачиваемое на подъем и опускание стрелы, с; t_{pn}, t_{po} – время, затрачиваемое на подъем и опускание рукояти, с; t_{zp}, t_{zz} – время, затрачиваемое на раскрытие и закрытие захвата, с.

Среднее количество циклов по набору пачки в зажимной коник определяется по формуле:

$$n_u = \frac{Q}{q_o \cdot K_5}, \quad (6)$$

где q_o – средний объем дерева, $м^3$; K_5 – коэффициент одновременного захвата нескольких деревьев захватывающим устройством гидроманипулятора.

Расчетную себестоимость (C_p) одного кубометра древесины, перемещаемой гидроманипулятором, а в последующем трелевочной трактором, определим по формуле:

$$C_p = \frac{1}{\Pi_m} \left(C_{пер} + \frac{C_{ном} \cdot T_p}{3600} \right). \quad (7)$$

Переменные расходы, приходящиеся на 1 час эксплуатации трелевочного трактора, определяются зависимостью:

$$C_{пер} = (C_{CM} + C_{ЗПЧ} + C_{компл}) + C_{от}, \quad (8)$$

где C_{CM} , $C_{ЗПч}$, $C_{компл}$ – затраты, приходящиеся на закупку смазочных материалов, запасных частей и комплектующих, руб./ч; $C_{от}$ – оплата труда оператора за час эксплуатации трактора с отчислениями на социальное страхование, руб./ч.

$$C_{пост} = C_A + C_{пр}, \quad (9)$$

где C_A – амортизационные отчисления, приходящиеся на 1 час эксплуатации трактора, руб./ч; $C_{пр}$ – прочие расходы, приходящиеся на 1 час эксплуатации трактора при работе гидроманипулятора, руб./ч.

Для достижения рентабельной работы гидроманипулятора, а значит, трактора в целом, нельзя допускать, чтобы себестоимость руб./м³ была выше доходной ставки:

$$C_d \geq C_p. \quad (10)$$

Располагая показателями работы гидроманипулятора, можно определить зависимость себестоимости единицы продукции от величины износа его гидроагрегатов через изменение величин параметров их технической характеристики (производительности гидронасоса; усилия, развиваемого гидроцилиндром, и т. п.).

На основе условного примера произведем расчет себестоимости одного кубометра древесины в зависимости от снижения часовой производительности гидроманипулятора. Примем для гусеничного трелевочного трактора типа ТБ-1М следующие условные данные, характеризующие параметры набора гидроманипулятором пачки деревьев за комли:

$$\begin{aligned} Q &= 8 \text{ м}^3; \quad q_0 = 0,4 \text{ м}^3; \quad K_1 = 4; \quad K_2 = 5; \quad K_3 = 5; \\ K_4 &= 3; \quad K_5 = 1; \quad C_{CM} &= 100 \text{ руб./час}; \\ C_{ЗПч} &= 47 \text{ руб./час}; \quad C_{компл} &= 57 \text{ руб./час}; \\ C_A &= 73 \text{ руб./час}; \quad C_{пр} &= 51 \text{ руб./час}; \\ C_d &= 8,5 \text{ руб./м}^3. \end{aligned}$$

Определим продолжительность одного цикла работы гидроманипулятора по формуле (5):

$$\begin{aligned} t_{ц} &= 4(0,95 + 0,84) + 5(1,9 + 2,4) + \\ &+ 5(0,8 + 1,14) + 3(0,82 + 0,8) = 43,22 \text{ с}. \end{aligned}$$

Среднее количество циклов по набору пачки в зажимной коник (при условии $K_5 = 1$) равно:

$$n_{ц} = \frac{8}{0,4} = 20.$$

Продолжительность работы гидроманипулятора за рейс работы трелевочного трактора определим по формуле (4):

$$T_p = 43,2 \cdot 20 = 864 \text{ с}.$$

Определим техническую производительность гидроманипулятора трелевочного трактора по формуле (3):

$$П_m = \frac{3600 \cdot 8}{882} = 33,33 \text{ м}^3/\text{ч}.$$

Зависимость величины условной производительности от увеличения цикла работы гидроманипулятора приведена на рис. 1.

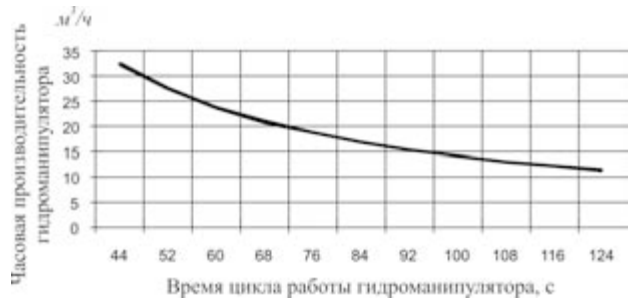


Рис. 1. График зависимости условной производительности гидроманипулятора от изменения (увеличения) времени его цикла работы

Согласно формулам (8) и (9), имеем:

$$\begin{aligned} C_{пер} &= (100 + 47) + 57 = 204 \text{ руб./ч}; \\ C_{пост} &= 73 + 51 = 124 \text{ руб./ч}. \end{aligned}$$

Расчетная себестоимость одного кубометра древесины, перемещаемой гидроманипулятором с технически исправным гидроприводом, равна:

$$C_p = \frac{1}{33,33} \left(204 + \frac{124 \cdot 864}{3600} \right) = 7,03 \text{ руб./м}^3.$$

Зависимость условной себестоимости от снижения производительности гидроманипулятора представлена на рис. 2.

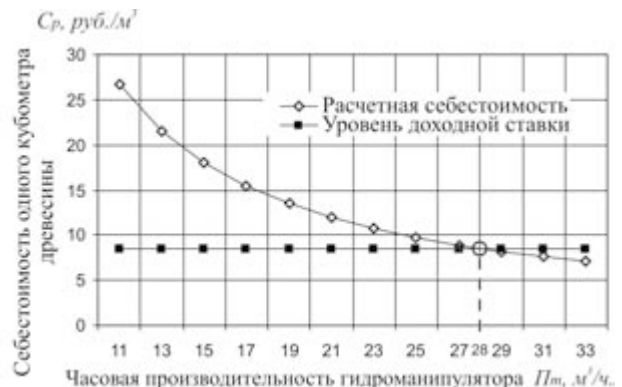


Рис. 2. Зависимость величины расчетной себестоимости одного кубометра стреланной древесины от снижения производительности гидроманипулятора

Приведенный условный пример показывает необходимость установления реальных характе-

ристик параметрических отказов гидроагрегатов гидросистемы привода технологического оборудования лесных машин.

В рассмотренном условном примере производительность гидроманипулятора не должна быть ниже $28 \text{ м}^3/\text{ч}$.

Организация проверок технического состояния гидрооборудования (гидронасосов, гидроцилиндров и т. п.) приобретает важное значение, когда гидроагрегаты гидросистемы, длительное время находясь в работе, с какого-то момента могут не обеспечивать необходимой производительности как технологического оборудования, так и машины в целом.

Проверка фактического технического состояния объекта, как правило, сопряжена с затратами и с тем, что проверяемая система или какая-то ее часть должны быть выведены из эксплуатации на некоторое время для осуществления процедуры проверки.

Это обстоятельство означает, что более частые проверки приводят к увеличению затрат на их проведение и, самое главное, к уменьшению коэффициентов технической готовности и использования лесозаготовительной машины. С другой стороны, более редкие проверки создают определенную вероятность эксплуатации оборудования и машины за пределами допустимого уровня снижения производительности. Таким образом, имеют место факторы, противоречиво воздействующие на эффективность эксплуатации лесозаготовительной машины. Эти факторы в значительной степени и определяют стратегии и способы проверки технического состояния рассматриваемых объектов.

Рассмотрим стратегию планирования проверок на основе баланса стоимости проверок и потерь от необнаружения неисправности системы. Будем считать, что каждая проверка имеет фиксированную стоимость C_1 , а пребывание системы в неисправном состоянии в течение одного часа обходится в $C_2 \text{ руб./ч}$. Тогда отказ (снижение технических показателей ниже допустимых), возникающий в любой момент между некоторыми k -й и $(k+1)$ -й по счету проверками, вызывает эксплуатационные потери, в среднем равные следующей величине:

$$\int_{t_k}^{t_{k+1}} \{(k+1) \cdot C_1 + C_2 \cdot (t_{k+1} - x)\} dF(x), \quad (11)$$

где $F(x)$ – распределение времени до первого параметрического отказа системы.

Параметрический отказ может возникнуть после любой по счету проверки, поэтому для получения полных ожидаемых потерь ($M[\Pi_0]$) от эксплуатации машины после возникновения параметрического отказа нужно просуммировать выражение (11) по всем возможным k от 0 до ∞ . В связи с этим имеем:

$$M[\Pi_0] = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{t_k}^{t_{k+1}} \{(k+1) \cdot C_1 + C_2 \cdot (t_{k+1} - x)\} dF(x). \quad (12)$$

Организация проверок через постоянный период времени определяет так называемую периодическую стратегию проверок. Проведение проверок с переменным интервалом определяет последовательные стратегии [3].

В начале эксплуатации может быть выбрана периодическая стратегия проверок. С течением времени эксплуатации, когда состояние сопряжений приближается к предельному состоянию по экономическому критерию, периодичность проверок должна изменяться, то есть периоды времени между очередными проверками должны сокращаться, чтобы не пропустить момент наступления параметрического или аварийного отказа.

На конечном интервале времени длительностью T нужно спланировать число проверок и величины интервалов между ними так, чтобы достигался минимум максимально возможных потерь вида (12) при любом, даже неизвестном, распределении $F(t)$.

При организации проверок через постоянный интервал τ величина полных ожидаемых эксплуатационных потерь приобретает вид:

$$M[\Pi_0] = \sum_{k=0}^{\infty} \int_{k\tau}^{(k+1)\tau} \{(k+1) \cdot C_1 + C_2 \cdot [(k+1)\tau - x]\} dF(x). \quad (13)$$

При неизвестном законе распределения $F(t)$ могут быть предложены последовательно-периодические стратегии проверок с периодом T , имеющим конечное значение. В этом случае трудно представить эксплуатационные потери, обусловленные неисправностью, возникающей между k -й и $(k+1)$ -й проверками ($k = 0, 1, 2, \dots, n-1$). Если обозначить через ω случайный момент возникновения параметрического отказа системы, то при различных условиях его возникновения во времени потери будут равны:

$$Q(\omega) = \begin{cases} (k+1) \cdot C_1 + C_2 \cdot (t_{k+1} - \omega), & \text{если } t_k < \omega \leq t_{k+1} \ (k = 0, 1, \dots, n-1); \\ n \cdot C_1 + C_2 \cdot (T - \omega), & \text{если } t_n < \omega \leq T; \\ n \cdot C_1, & \text{если } \omega > T. \end{cases} \quad (14)$$

Ввиду того что параметрический отказ системы может возникнуть в любой момент времени в заданном интервале или не возник-

нуть вообще за время $[0, T]$, полные ожидаемые потери $(M[\Pi_s(T)])$ за это время будут равны:

$$M[\Pi_s(T)] = \sum_{k=0}^{n-1} \int_{t_k}^{t_{k+1}} \{(k+1)C_1 + C_2(t_{k+1} - x)\} dF(x) + \int \{nC_1 + C_2(T - x)\} dF(x) + nC_1 \int_T^{\infty} dF(x). \quad (15)$$

При неизвестном распределении момента появления неисправности $F(t)$ планирование проверок можно формулировать на основе минимаксного критерия [4]:

$$\min_{\{t_k\}} \max_{n, F(t)} M[\Pi_s(T)] \quad (k = 0, 1, 2, \dots, n) \quad (16)$$

Значения $M[\Pi_s(T)]$ вычисляются по выражению (15), а максимум берется по всем возможным распределениям $F(t)$.

Минимаксная стратегия проверок сводится к выводу числа проверок n как наибольшего целого числа, удовлетворяющего неравенству:

$$C_1 n^2 + C_1 \cdot n + 2(C_1 - C_2 T) \leq 0. \quad (17)$$

Моменты последовательных проверок t_k определяются, согласно работе [4], по выражению:

$$t_k = k \left[\frac{T}{n+1} + \frac{C_1}{2C_2} \left(\frac{n(n+3)}{n+1} - (k+1) \right) \right]. \quad (18)$$

Диагностику гидроагрегатов гидросистемы привода технологического оборудования ЛЗМ, согласно работе [6], целесообразно проводить передвижными средствами технического сервиса.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Жожикашвили В. А., Райкин А. Л. Определение целесообразного режима работы резервного блока системы // Структурная теория линейных устройств: Сб. науч. тр. М.: Изд-во АН СССР, 1963. С. 77–79.
2. Кутырев Е. В. Обоснование стратегий и параметров объектов технического сервиса лесозаготовительных машин: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2007. 19 с.
3. Перротте А. И. О режиме оптимальной профилактики систем длительного пользования // Автоматика. 1961. № 3.
4. Райкин А. Л. Элементы теории надежности для проектирования технических систем. М.: Сов. радио, 1967. 265 с.
5. Швед А. И. Трелевочные тракторы. Челябинск: Изд-во ЦНТИ, 2003. 267 с.
6. Шиловский В. Н. Теоретические основы и стратегии организации маркетинга и менеджмента технического сервиса территориально распределенных машин и оборудования. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 324 с.

УДК 338.45:621.31(470.22)

ГЕОРГИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ БОРИСОВ

кандидат технических наук, старший научный сотрудник, доцент кафедры энергообеспечения предприятий и энергосбережения физико-технического факультета ПетрГУ
borisov@krc.karelia.ru

ТАМАРА ПЕТРОВНА ТИХОМИРОВА

кандидат технических наук, доцент, ученый секретарь Института прикладных математических исследований КарНЦ РАН
tihomirov@krc.karelia.ru

**СТРУКТУРНЫЙ АНАЛИЗ ПОТЕРЬ ЭНЕРГИИ
В ЭЛЕКТРОЭНЕРГЕТИЧЕСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ КАРЕЛИИ**

В статье проводится декомпозиция интегральных оценок эффективности электроэнергетического хозяйства Республики Карелия на основе сравнительного анализа потерь энергии и расхода на собственные нужды на различных пределах при транспорте, преобразовании и использовании.

Ключевые слова: потери энергии, эффективность, технологические пределы, коэффициент полезного использования

По имеющимся интегральным оценкам [1], в Карелии энергоемкость валового регионального продукта (ВРП) в 2000 году была выше, чем в Северо-Западном федеральном округе, на 20 % и на 34 % выше, чем энергоемкость внутреннего валового продукта (ВВП) России [4]. Основные причины низкой эффективности использования топливно-энергетических ресурсов в России и Карелии одинаковы ввиду того, что созданное во времена СССР топливно-энергетическое хозяйство Карелии имело те же политические, экономические условия и материально-техническую базу, что и другие субъекты Федерации. Различия касались только климатических условий, природных ресурсов и структуры промышленного производства.

При сопоставлении графиков электропотребления в России и Карелии (рис. 1) видно, что они подобны. Действительно, взяв фактические данные общего электропотребления Карелии с 1960 по 2007 год и умножив их на масштабный коэффициент 125,5 – кратность превышения электропотребления в России к элек-

тропотреблению в Карелии, получаем приближение фактического электропотребления России со среднеквадратическим отклонением менее 7 %, коэффициентом корреляции 0,98. Особенно наглядна связь этих показателей в период плановой экономики до 1992 года. Она дает основание распространить выводы из анализа интегральных показателей электроэнергетики России на электроэнергетику Карелии, корректируя их с учетом региональной специфики.

Высокая энергоемкость валового продукта объясняется структурно – высокой долей энергоемких производств и незначительной (10–14 %) долей расхода электроэнергии в быту и в коммунальной сфере [1], [10]. В то же время имеется и другое объяснение этому – доминирующее влияние потерь энергии в электроэнергетическом хозяйстве страны. В работах В. М. Бродянского и В. В. Литвака [3], [9] потери энергии в электроэнергетическом хозяйстве с паротурбинными циклами оцениваются в 84–86 %. В работе [1] на энергетических пределах с использованием природного газа оценка величины потерь энергии

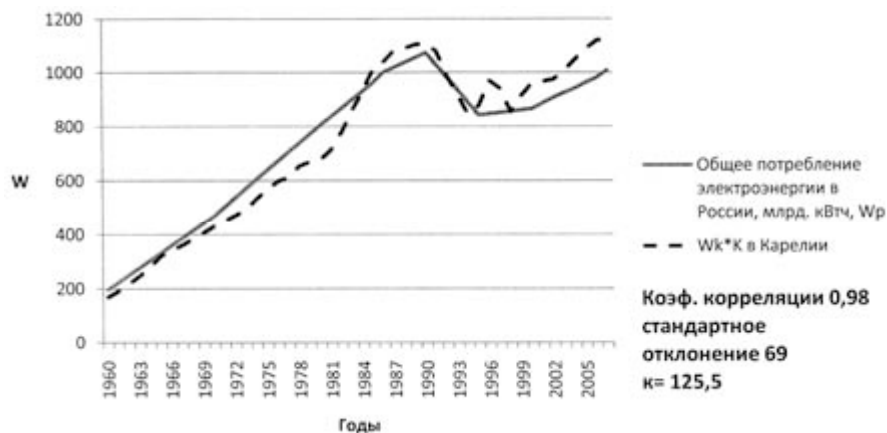


Рис. 1. Общее потребление электроэнергии в России и Карелии

Таблица 1

Распределение потерь и расхода энергии на собственные нужды
в производственной части топливно-энергетического хозяйства Карелии, млн кВт·ч

Вид и объем первичной энергии		Добыча, переработка, обогащение топлива		Транспорт топлива		Производство электроэнергии		Транспорт электроэнергии	
		Потери и собственные нужды	Энергия на выходе	Потери и собственные нужды	Энергия на выходе	Потери и собственные нужды	Энергия на выходе	Потери и собственные нужды	Энергия на выходе
Природный газ	2878	288	2590	350	2240	1254	986	861	6424
Мазут	1051	105	946	110	833	475	358		
Каменный уголь	202	20	182	25	157	91	66		
Гидроэнергия	3141	0	3141	0	3141	260	2881		
Атомная энергия	10115	0	10115	0	10115	7121	2994		
Итого	17387	413	16974	485	16486	9201	7285	861	6424

Таблица 2

Распределение потерь энергии в потребляющей части
топливно-энергетического хозяйства Карелии

Подведено электроэнергии к потребителям	Преобразовано электроэнергии в конечные виды энергии		к. п. д. преобразования, %	Потери, млн кВт·ч	Конечная энергия, млн кВт·ч
6424	В механическую	3657	80	731	2926
	В химическую	1114	60	446	668
	В световую	1029	10	926	103
	В тепловую	624	99	6	618
Итого		6424	67,2	1962	4315

Примечание. Общий К.п.и. по хозяйству – 24,8 %.

и расхода ее на собственные нужды в Карелии совпадает с оценками [3], [9]. Из этого следует вывод, что определяющим фактором высокой энергоемкости ВВП и ВРП являются не только энергоемкие производства, но и потери энергии и расходы ее на собственные нужды в производственной части топливно-энергетического хозяйства. На эти расходы идет в 4–7 раз больше первичной энергии, чем на конечную энергию, используемую потребителями в виде механической, световой, тепловой, химической. Исходя из этого вывода основное направление потенциального повышения эффективности использования энергии и в стране, и в Карелии – это снижение по-

терь в производственной части топливно-энергетического хозяйства.

Первым шагом к структурному анализу потерь является их количественное и адресное определение путем декомпозиции топливно-энергетического хозяйства на отдельные однородные технологические переделы с получением количественных оценок потерь на каждом [4], [5].

Организации, территориальные и статистические органы с 1990 года не составляют отчетные топливно-энергетические балансы, поэтому в статье был применен расчетный метод определения потерь и расходов на собственные нужды на переделах на основе отчетных удельных расхо-

дов, паспортных к. п. д. оборудования, справочных данных по расходам на собственные нужды, объемов производства энергоносителей, экспертных оценок. Полученные данные сведены в топливно-энергетический баланс Карелии и представлены в табл. 1 (итоговые данные считаются на каждом переделе) и табл. 2. Содержание составляющих баланса изображено на рис. 2. Этот баланс можно считать оценочным, дающим нижний предел потерь, так как в ряде случаев для расчета взяты максимальные значения к. п. д.

оборудования, наименьшие значения технологических расходов в сетях и расходов на собственные нужды и самые оптимистические экспертные оценки [6], [7]. Такой баланс дает возможность проводить сравнительный поэлементный количественный анализ величины потерь или относительной эффективности использования энергии. Интегральная оценка коэффициента полезного использования первичной энергии равна отношению конечной энергии (4315 млн кВт·ч) к первичной (17 387 млн кВт·ч) и составляет 24,8 %.

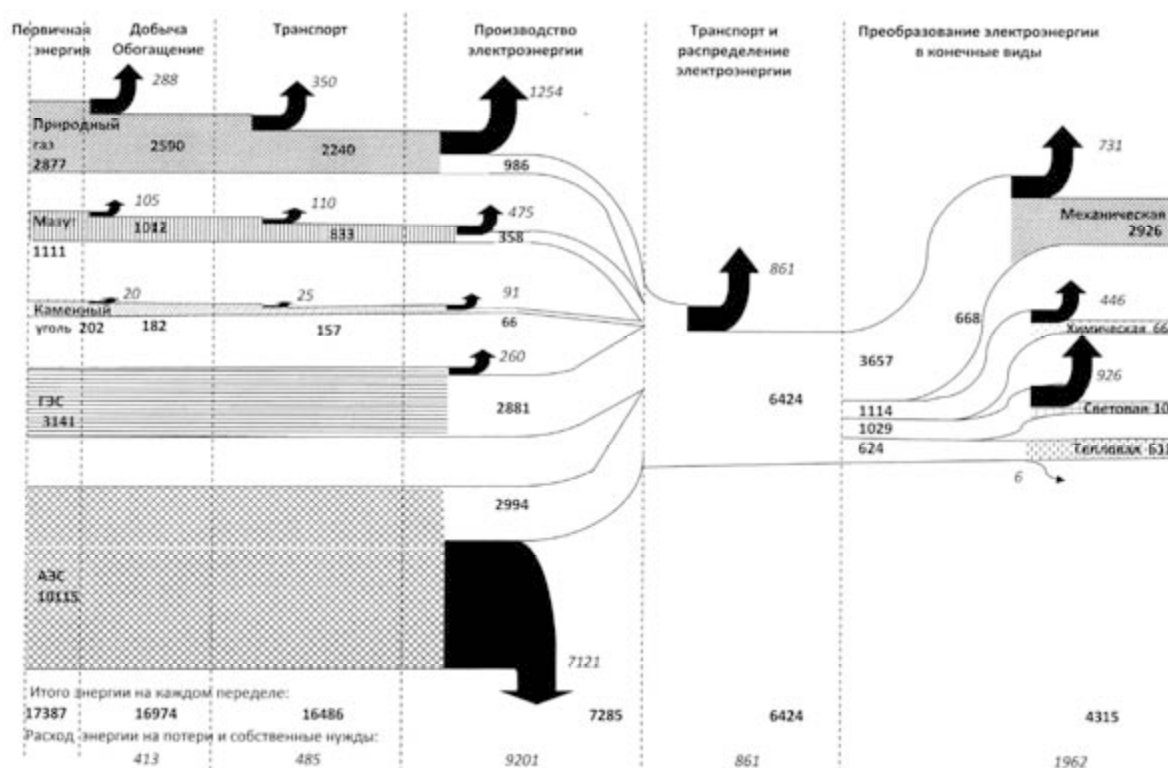


Рис. 2. Оценочный баланс конечной энергии и потерь Карелии (млн кВт·ч)

Наибольшие потери (наименьшая эффективность) возникают при производстве электроэнергии с использованием паротурбинных циклов на АЭС (коэффициент полезного использования К.п.и. = 28 %), на ТЭЦ, работающих на органическом топливе: угле, мазуте и природном газе (К.п.и. = 43÷46 %). Такая низкая эффективность обусловлена низким термическим к. п. д. паротурбинных циклов со сравнительно невысокими параметрами пара. В то же время выработка электроэнергии на тепловых электростанциях Карелии более эффективна, чем в России, так как она ведется в основном в комбинированном режиме. Вследствие этого удельный расход топлива на 1 кВт·ч в Карелии на ТЭЦ составляет около 270 г.т./кВт·ч против 340 г.т./кВт·ч в целом по электростанциям России. Повышение эффективности ТЭЦ возможно при использовании сверхкритических параметров пара при замене исчерпавших ресурс паротурбинных агре-

гатов и строительстве парогазовых блоков, на которых уже достигнуты коэффициенты полезного использования 51 и 50 % соответственно [10]. Наибольшая энергетическая эффективность достигается при производстве электроэнергии на гидроэлектростанциях – на уровне 90 %. Их среднегодовая проектная выработка составляет 2810 млн кВт·ч/год, или 30–40 % от общего потребления в Карелии. Выработка ГЭС может быть увеличена в пределах экономического потенциала до 4900 млн кВт·ч/год [2].

Таким образом, высокие доли в балансе Карелии гидроэлектростанций и теплоэлектроцентралей дают повышенные уровни эффективности производства электроэнергии в сравнении с российским. Существует техническая и экономическая возможность усиления этой тенденции путем использования более эффективных агрегатов на тепловых электростанциях и строительства новых ГЭС.

Второй передел по величине потерь – это электрические источники света, имеющие самый низкий коэффициент полезного использования вследствие преобладания в жилищно-коммунальной сфере ламп накаливания с к. п. д. 3–5 % и использования электромеханической пускорегулирующей аппаратуры. Имеется реальная возможность увеличения светоотдачи электрических источников в несколько раз при использовании более эффективных источников света и регулирующей аппаратуры.

Третий передел по величине потерь – преобразование электроэнергии в механическую энергию. Это преобразование осуществляется в Карелии с высоким к. п. д. благодаря специальному парку синхронных двигателей большой мощности на ЦБК и Костомукшском ГОКе, работающих в длительном режиме. Однако эффективность использования получаемой механической энергии оценить количественно затруднительно. Причины кроются в чрезвычайном разнообразии технологий, использующих механическую энергию электроприводов. Техническое состояние электропривода в Карелии отстает от уровня развитых стран, в которых в области электропривода за последние 20–30 лет произошла техническая революция за счет использования устройств частотного регулирования скорости. В США до 60 % электроприводов имеют частотное регулирование скорости и микропроцессорное управление режимами работы. При непрерывных и переменных режимах работы частотно-регулируемых приводов экономится до 45–50 % электроэнергии. Кроме снижения потерь применение частотно-регулируемых приводов позволяет снижать аварийность технологических систем.

На четвертом месте по уровню потерь стоит транспорт топлива, на который затрачивается в среднем 13,2 % содержащейся энергии, транспортированной от удаленных месторождений его к электростанциям (без учета утечек и распылов) и транспорт электроэнергии от внешних источников. Этот расход энергии может быть значительно снижен использованием местных топлив – торфа, древесных отходов, а также ветра, гидроэнергии (в Карелии эффективно используется только часть экономического потенциала рек) [2].

Таким образом, основная часть первичной энергии, используемой для получения конечных видов в электроэнергетическом хозяйстве Карелии, исчезает в виде потерь и расходов на собственные нужды. Исходя из вышесказанного, дальнейшие исследования путей повышения эффективности электроэнергетического хозяйства на основе математических моделей делают необходимым при их разработке [11]:

- использовать в балансовых соотношениях в качестве основных переменных непродуцируемых расходов потребляемой энергии (потери и расходы на собственные нужды переделов);

- использовать в целевой функции зависимости затрат на снижение потерь и собственных нужд и альтернативных им наращиваний производства энергии;
- количественно описывать все переделы – от источника до конечных видов в целях сопоставимости местных видов энергии с импортируемыми.

Что касается повышения эффективности использования конечных видов энергии не в производственной части топливно-энергетического хозяйства, а в промышленности, то это значительно более сложная проблема, в которой гораздо больше разнообразия материально-энергетических потоков, числа структурных элементов и взаимосвязей между ними. В производстве потенциал энергосбережения определяется различными видами ресурсов, а не только энергетическими [12]. Это конструктивная материало- и металлоемкость, расход производственной площади на единицу мощности, различия оборудования, сопрягаемого в единую технологическую цепь, когда производительность цепи определяется минимальным звеном, низкое качество труда, являющееся одной из причин чрезмерно высокого удельного расхода ресурсов на единицу производственного полезного эффекта. Потенциал снижения конструктивной металлоемкости оценивается в 32–35 % от современных затрат металла на производство оборудования [11], расход удельных площадей в стране в 1,3–2,3 раза больше в сравнении с зарубежными аналогами, в которых потенциал энергосбережения составляет 20 %. В работе [10] оценивается потенциал энергосбережения в 33–40 %, в том числе электросбережения на уровне 16–20 % до 2030 года. Однако главной мерой сдерживания энергопотребления является изменение структуры экономики с опережающим развитием малоэнергоёмких высокотехнологических отраслей, а также важной для Карелии индустрии туризма и ускоренный рост производства продукции с пониженным расходом энергии на изготовление и эксплуатацию.

ВЫВОДЫ

1. В производственной части электроэнергетического хозяйства Карелии затрачивается на потери и собственные нужды не менее 70 % первичной энергии, менее 30 % используется конечными потребителями в форме механической, световой, химической и тепловой энергии.
2. Высокий уровень потерь энергии и расходы на собственные нужды в производственной части электроэнергетического хозяйства Карелии, как и России в целом, являются основной причиной высокой электроёмкости валового регионального продукта.
3. Наибольшие величины потерь и расходов на собственные нужды имеют место при произ-

- водстве электроэнергии с использованием паротурбинных циклов, преобразовании электроэнергии в световую, транспорте электроэнергии в высоковольтных сетях, преобразовании электроэнергии в механическую.
4. Высокий уровень потерь в топливно-энергетическом комплексе предопределяет первоочередность мер по повышению его энергоэффективности на базе современных технологий:
- внедрение на тепловых электростанциях парогазовых циклов;
 - использование эффективных электроосветительных приборов;
 - применение частотного регулирования электроприводов;
 - вовлечение местных энергетических ресурсов для производства электроэнергии (энергии рек, ветра, торфа и лесной биомассы) с целью снижения расходов на транспорт топлива и электроэнергии.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Борисов Г. А. Анализ эффективности энергетического хозяйства (на примере Карелии) // Труды КарНЦ РАН. Вып. 9. 2006. С. 3–8.
2. Борисов Г. А., Сидоренко Г. И. Энергетика Карелии. Современное состояние, ресурсы и перспективы развития. СПб.: Наука, 1999. 303 с.
3. Бродянский В. М. Классическая термодинамика к началу XXI века: состояние и перспективы развития // Изв. РАН. Энергетика. 2001. № 5. С. 17–43.
4. Вайзеккер Э., Ловинс Э., Ловинс Л. Фактор четыре. Затрат – половина, отдача – двойная. М.: Academia, 2000. 400 с.
5. Гуд Г. Х., Макол Р. Э. Системотехника. Введение в проектирование больших систем. М.: Сов. радио, 1962. 383 с.
6. Использование топлива, теплоэнергии и электроэнергии предприятиями и организациями за 1999 год // Статистический сборник. Петрозаводск: Госкомитет по статистике РК, 2000. 20 с.
7. Карелэнерго-2000. Буклет. Петрозаводск: Изд-во «Мега-пресс», 2000. 25 с.
8. Конторович А. Э., Добрецов Н. Л., Лаверов Н. П. и др. Энергетическая стратегия России в XXI веке // Вестник РАН. 1999. Т. 69. № 9. С. 771–784.
9. Литвак В. В. Об оценке потенциала энергосбережения // Промышленная энергетика. 2003. № 2. С. 2–6.
10. Макаров А. А. Средства и следствия сдерживания эмиссии парниковых газов в энергетике России // Изв. РАН. Энергетика. 2008. № 5. С. 3–18.
11. Моделирование и оптимизация структуры и параметров энергетических и транспортных систем в регионе: Отчет о НИР, № госрегистрации 01200501121. Рук. темы к. т. н. Г. А. Борисов, ИПМИ КарНЦ РАН. 2007. 68 с.
12. Яременко Ю. В. Приоритеты структурной политики и опыт реформ: Избр. тр.: В 3 т. М.: Наука, 1999.

УДК 338.45:630

ВАСИЛИЙ ИВАНОВИЧ ПАТЯКИН

доктор технических наук, профессор, заведующий кафедрой
технологии лесозаготовительных производств Санкт-
Петербургской государственной лесотехнической академии

Рец. на кн.: Шегельман И. Р. Лесные трансформации (XV–XXI вв.) / И. Р. Шегельман. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 240 с.

Решиться на написание работы, посвященной многовековым трансформациям в лесной отрасли, способен не каждый ученый. Это масштабная работа, требующая от автора не только глубоких знаний и многолетних усилий, но и уверенности при высказывании своих позиций по острейшим проблемам отрасли. Именно эти факторы определяют заслуженно завоеванный директором Карельского НИИ лесопромышленного комплекса, профессором И. Р. Шегельманом авторитет ученого, педагога и общественно-го деятеля.

Автора монографии хорошо знают в Санкт-Петербургской лесотехнической академии как специалиста, получившего в академии диплом инженера по специальности «Лесозэксплуатация», ставшего автором многих научных разработок и изобретений, защитившего в нашем диссертационном совете кандидатскую и докторскую диссертации, ставшего председателем ГАКа лесоинженерного факультета академии. Многие его книги («Лесной инженер: введение в специальность», «Техническое оснащение современных лесозаготовок», «Комплексный анализ производственно-хозяйственной деятельности лесозаготовительных предприятий», «Вывозка леса автопоездами», «Региональная стратегия развития лесопромышленного комплекса», «Лесная промышленность и лесное хозяйство» и др.) широко используются в учебном процессе.

Мне удалось познакомиться с первой редакцией рукописи монографии профессора И. Р. Шегельмана.

При обсуждении рукописи с коллегами мы уже тогда отметили сложность написания подобной работы, но сочли, что именно Илье Романовичу, хорошо знающему не только теорию и практику лесопромышленного производства, но и лесное законодательство и лесную экономику, под силу ее завершить.

Не случайно автор рецензируемой монографии во введении к ней пишет: «Написание настоящей книги началось достаточно давно... было понимание сложности ее написания и ощущение того, что работа над ней может никогда не завершиться. Но близкие друзья и коллеги автора, ознакомившись с ней и высказав серьезные замечания и предложения (они учтены в работе), настоятельно рекомендовали вынести ее на суд читателя». Возможно, что на появление рецензируемой монографии повлияло и мнение тесно сотрудничающих с КарНИИЛПКом (КарНИИЛИПом) коллег из Санкт-Петербурга.

Основные достоинства монографии налицо. Прежде всего, это масштабность охвата исследуемого вопроса – с XV по XXI век – и то, что в исследованиях лесная отрасль не оторвана от остальных. Напротив, в монографии показана тесная взаимосвязь лесных трансформаций не только с трансформациями смежных отраслей, но

и с изменениями политической и экономической ситуации в России. Критикуя упущения в отраслевой стратегии прошлых лет, автор отмечает и имевшиеся достоинства, в числе которых и роль Петра I как инициатора отраслевых интеграций, и становление отраслевой науки и образования, и нереализованные научные разработки отечественных ученых в 70–80-х годах XX века, и др.

При рассмотрении работы приходит понимание того, что свои исследования автор начал с изучения трансформаций в лесозаготовках и в лесном хозяйстве, а затем уже перешел к исследованиям трансформаций в лесной промышленности и в лесном хозяйстве страны в целом, без чего работа была бы незавершенной. Не случайно автор постоянно акцентирует внимание на современной роли лесозаготовок в лесном комплексе страны.

И. Р. Шегельман достаточно обстоятельно рассмотрел ретроспективу лесной отрасли, заглянув в древние времена, в дореволюционные и послереволюционные годы, довоенные, послевоенные, доперестроечные и послеперестроечные годы. Но очень важно, что он завершает монографию не только настоящим временем, но и высказыванием своих четких позиций по перспективам развития лесной отрасли, доказывая необходимость и возможность становления России в качестве мировой лесопромышленной державы.

Автор достаточно серьезное внимание уделил особенностям государственного влияния на лесопромышленный комплекс при административно-хозяйственной системе, показав те упущения, которые были допущены в отрасли, в особенности касаясь лесного машиностроения

и комплексного использования лесных ресурсов. Убедительно показано влияние интеграции и глобализации на отраслевые трансформации.

Правильность авторского подхода подтверждается формированием основных разделов последней главы монографии: «Лесное хозяйство и лесное законодательство», «Взаимодействие власти, бизнеса и общества», «Лесопромышленный комплекс», «Интеграция в лесопромышленном комплексе», «Машинизация лесозаготовок», посвященных наиболее острым вопросам современного состояния лесной отрасли.

Последняя глава монографии названа «В ожидании перемен» – тех перемен, которых ждали специалисты лесной отрасли и появлению которых способствуют разработки профессора И. Р. Шегельмана.

В качестве пожеланий к дальнейшей работе следует отнести целесообразность более детальной конкретизации в последней главе разработок в области комплексного использования древесины, а возможно, и выделение их в отдельный раздел этой главы. Монографию полезно насытить имеющимися у автора иллюстрациями, что сделало бы книгу более публицистичной. Есть пожелание и к ПетрГУ – подобные серьезные труды следовало бы оформлять не так скромно, а издавать более ярко и представительно.

В целом нет сомнения в научной значимости и практической полезности рецензируемой монографии профессора И. Р. Шегельмана. Она является серьезным вкладом в изучение лесных трансформаций, а использование полученных им рекомендаций принесет результат в лесной отрасли страны.

ЗАМИР КУРБАНОВИЧ ТАРЛАНОВ

доктор филологических наук, профессор, заведующий кафедрой русского языка филологического факультета ПетрГУ

Рец. на кн.: Ивантер Э. В. Млекопитающие Карелии / Э. В. Ивантер. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 292 с.; Шегельман И. Р. Лесная промышленность и лесное хозяйство: Словарь. 4-е изд., перераб. и доп. / И. Р. Шегельман. – Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. – 278 с.

Хорошо известно, что подлинная наука, которая создается и существует независимо от прямолинейно-обывательски связываемых с ней ученых степеней и званий, живет своей внутренне и внешне многогранной жизнью. Одна из важнейших внешних ее граней – это ее обращенность к широкой публике, к обществу, служение целям временем востребованного просветительства и практического профессионализма по нормам исторически обусловленного социального заказа (социальной надобности). Обычно на эту сторону дела внимания почти не обращают. Не обращают и потому, в частности, что примерно со второй половины XX столетия критический анализ науки, научной продукции в качестве необходимого «контролирующего ока» и ориентира квалифицированной оценки начал неуклонный дрейф под гору. К концу столетия и дрейф перестал ощущаться. Научной критики просто не стало. Не стало общественно значимой критики вообще – и литературной, и театральной, и педагогической, и внятной общественно-политической и т. д. Таково свойство времени, эпохи. И не только у нас, в России. Мы живем в эпоху невиданного потребительства в самом широком смысле слова, когда все можно, все разрешено, и потому критика не имеет смысла, ибо критика всегда оппозитивна. Нет общественно признаваемых и желаемых ориентиров,

которые мотивировали бы, оправдывали бы критику как способ селекции всевозможных спонтанных проявлений человеческого духа в их конкретной реализации. В последние годы эта тенденция охватила и систему образования, которую коренным образом меняют, но опять-таки без критики того, от чего отказываются.

В контексте именно этих суетливых движений в общественно-исторически значимой сфере жизни считаю возможным воспользоваться представившимся случаем и вернуться к некоторым фундаментальным понятиям, неотделимым от того, что называется научным исследованием в его теоретическом и практическом преломлениях. Случай состоит в том, что два профессора нашего университета, биолог Э. В. Ивантер и представитель лесоинженерного факультета И. Р. Шегельман, не сговариваясь, разумеется, но одновременно преподнесли мне изданные в ПетрГУ свои книги. Воспользовавшись этим, считаю полезным не только представить широкому читателю эти книги, выразив свое читательское отношение к ним, но и поставить попутно некоторые проблемы в контексте актуальных, затянувшихся, хотя и не очень внятных деклараций о реформировании образования в стране.

Кстати, аналогичную работу, включая даже и жанровые совпадения, я уже выполнял, характеризуя сугубо лингвистические издания, выпол-

ненные в виде научной монографии по обзору новейших научных языковедческих идей и отраслевого словаря по современному русскому синтаксису и принадлежащие перу соответственно профессора Ю. Я. Бурмистровича (Хакасский государственный университет) и профессора А. М. Ломова (Воронежский государственный университет) [2].

Книги, о которых идет речь в нынешнем представлении, соответственно принадлежат тем же научным жанрам: жанру оригинальной и строго научной монографии, хотя и адресованной широкому читателю, и жанру отраслевого словаря. Они выполнены в традициях принципиально разных наук, в том числе и в плане их международно признаваемого опыта, а также степени авторитетности с точки зрения актуальных научных парадигм.

Книга профессора Эрнеста Викторовича Ивантера, известного в стране биолога и эколога, называется «Млекопитающие Карелии». Ее общий характер, назначение выражены автором в предпосланном грифе «Популярные монографии по экологии», который полностью и, подчеркну, блистательно реализуется по ходу изложения.

Не дело лингвиста оценивать качество работы естествоиспытателя-биолога. Я очень далек от таких намерений. Но лингвист вполне может быть читателем, в том числе и книги по естествознанию. Так вот рассуждая по-читательски, я бы хотел выразить автору монографии ту мысль, что он замечательно реализовал не только свою чисто научную задачу, но и одарил читателя в высшей степени полезной, занимательной, поучительной, изящно исполненной, умной и доброй книгой с большим зарядом образовательно-воспитательного эффекта. Поэтому совершенно верно сказано в аннотации, что «издание рассчитано на самый широкий круг читателей – от преподавателей и учащихся средних и высших учебных заведений до специалистов-зоологов, экологов, географов, охотоведов, а также краеведов, биологов-натуралистов и просто любителей природы, заинтересованных в ее благополучии и охране». Это прекрасный, доступно и содержательно написанный *учебник* по млекопитающим Карелии, который может использоваться всеми, кто хочет стать биологом или просто расширить свой натуралистический кругозор. В то же время это занимательная книга для чтения, а также энциклопедия по полноте представляемых сведений.

Тема по млекопитающим Карелии раскрывается не изолированно, а как соответствующая часть биологии в целом, с указанием стадийности в ландшафтной динамике и в развитии экологически обусловленной ее фауны, насчитывающей «60 видов млекопитающих, принадлежащих к 8 отрядам» [1]. Тем самым обозначаются общие контуры фауны Карелии в ее историческом становлении, распространении и синхронной соотнесенности видов.

Нет смысла пересказывать блестяще написанную книгу. Ее просто надо читать, следуя логике автора.

Отмечу только одну композиционную деталь: за краткой общей вводно-теоретической частью книги следуют законченные, остроумные, нередко не лишённые юмора очерки, отдающие большой любовью к описываемым «персонажам», тонким знанием природы, ее обитателей. Более 4/5 всей монографии – это исчерпывающие, живо составленные рассказы о разных семействах млекопитающих Карелии и их представителях, снабженные прекрасными рисунками, а также их латинскими названиями, как это принято в научной традиции. В очерках много цифр, точных характеристик, которые парадоксальным образом не только не утомляют, но, наоборот, воспринимаются как необходимые и неотчуждаемые пространственные параметры, призванные поддерживать у читателя объемность, полноту представлений об описываемых объектах. Сквозь все очерки книги проходит образ автора-гуманиста, который, говоря, например, о так называемых хищниках, рисует их трудную жизнь, полезность в обеспечении равновесия природы и природного здоровья, ненавязчиво, но настойчиво показывая хрупкость природы перед лицом неограниченного эгоцентризма человека.

В книге нет деклараций о важности методологии, методов и методик научного исследования. Это естественно. Методология не декларируется, она в подлинной науке органична и реализуется самим ходом исследования, его общей, философской, профессиональной, прагматической логикой. Книга, на мой взгляд, безупречна прежде всего методологически. Главный, опорный, определяющий принцип этой методологии – это последовательно выдержанная в ней системность в подаче и оценке фактов, системность в описании внутривидовых и межвидовых отношений природных организмов, в оценке мира природы с точки зрения человека, системность в определении биолого-экологических зависимостей и т. д. Важнейшим компонентом той же самой системности являются диалектические подходы автора, с помощью которых раскрывается уязвимость решений, принимаемых на основе формальной логики. Вместе с тем диалектика – это и свойство фундаментальной науки, на которой практически и держится университетское образование. Те же фундаментальные науки открывают пути и разного рода переходящим технологиям. Зависимость между фундаментальной университетской наукой и технологиями – односторонняя.

Монография Э. В. Ивантера написана прекрасным, богатым, понятным, образцовым литературным языком, без метаязыковых кривляний, обычно сопровождающих лжеученость, что также является признаком достоинства и подлинного академизма ее автора. Она убедительно подтверждает и тот факт, что при всех нынеш-

них и последующих технологических новациях с претензиями на универсальность в процессе образования книга была и останется не только незаменимым источником знания, но и важнейшим средством воспитания, культурного, эстетического и интеллектуального развития как отдельной личности, так и общества в целом, ибо книга действует на читателя и содержанием, и художественным оформлением, и гранями языковых возможностей, раскрываемых ее автором, и спрессованными в тексте, между строк вычитываемыми смыслами второго плана и т. д.

Каждый, кто прочитает книгу профессора Э. В. Ивантера или отдельные ее разделы, на мой взгляд, совершенно автономные и в определенных рамках логически завершённые, непременно останется благодарным ее автору.

Иного плана «Словарь» терминов лесной промышленности и лесного хозяйства профессора И. Р. Шегельмана. Тот факт, что в данном случае он оказался в одном ряду с монографией Э. В. Ивантера, не имеет никакой собственно научной мотивировки. Единственное, что объединяет их, – это то, что они написаны учеными Петрозаводского университета и могут быть использованы в своей области в учебной работе со студентами и в соответствующей исследовательской деятельности.

В 2008 году «Словарь» издан четвертым, переработанным и дополненным изданием, что само по себе является красноречивым подтверждением его реальной востребованности. С первого по третье издания выходили из печати в ПетрГУ соответственно в 2000, 2004 и 2005 годах. Как отмечает автор, каждый раз «Словарь» расширялся, дополнялся и совершенствовался.

В общем плане следует заметить, что начиная с 90-х годов XX века составление словарей разного типа и достоинства вообще, отраслевых, узкопрофессиональных словарей в частности стало одним из распространенных видов занятий как в филологической сфере, так и в различных профильных сферах учебной, исследовательской и производственной деятельности. Было время, когда это увлечение стало восприниматься как болезнь, как симптом разрушительных тенденций в культуре, ибо словари повсюду, где они появлялись, служили сигналом достижения обществом достаточно высокой ступени в культурном развитии. Это ясно, поскольку одна из важнейших общекультурных задач словарей – это унификация культуры, содействие ее возвышению, возведению в статус образца. Однако, к счастью, не во всем это увлечение было спонтанным и избыточным. Речь идет прежде всего о словарях учебных, к числу которых относится и рассматриваемый. Это словарь терминов и терминологических выражений, принятых в лесной промышленности и лесном хозяйстве. Полезность и практическая востребованность такого рода сводов понятий-терминов обусловлены ря-

дом практических, в том числе и учебно-педагогических, обстоятельств, а именно:

1) они обобщают и систематизируют актуальный понятийно-терминологический фонд соответствующей отрасли знания и профессиональной деятельности;

2) они содействуют преодолению нежелательной в любой науке терминологической многозначности;

3) они «прощупывают» и по возможности очерчивают параметры системообразующих факторов в терминотворчестве, что в свою очередь существенно в плане предупреждения излишнего субъективизма и произвола в профессиональном языке;

4) такого рода своды могут использоваться студентами не только как справочные пособия, но и как средства для самоконтроля.

Понятийно-терминологические словари по своей сути относятся к словарям энциклопедического типа. Поэтому одна из трудностей при их составлении состоит в том, чтобы предлагаемые дефиниции были *достаточными, но лапидарными, краткими*. Это условие в «Словаре», на мой взгляд, выполнено, хотя отдельные словарные статьи весьма объемны и напоминают своеобразные очерки-описания, ср., например, статьи «Виды использования лесов» [3; 30]; «Договор аренды лесного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности» [3; 53–54]; «Древесина» [3; 57–58]; «Законодательство земельное РФ» [3; 67]; «Законодательство лесное РФ» [3; 67–68]; «Министерство транспорта РФ» [3; 116–118] и т. д.

В создание словаря его автором вложено много труда, в том числе и творческого. Не знаю, как его воспринимают студенты и преподаватели лесоинженерных специальностей страны, но мне он представляется безусловно полезным и нужным.

При составлении словаря учтены некоторые из основополагающих требований, предъявляемых к словарям как жанру справочной литературы. К словарю приложены списки использованной научной литературы и нормативно-технической документации [3; 272–275].

В то же время, имея в виду возможные последующие издания «Словаря», я бы хотел высказать его автору некоторые пожелания филологического плана:

1. На ядерных (опорных) словах словарной статьи, если они состоят из двух и более слов, должны быть расставлены ударения: ни один из словарей не вправе игнорировать аспект *речевой культуры*;
2. Необходимо придерживаться принципа единства толкования слов-терминов и терминологических выражений;
3. Нельзя объяснять одно слово другим словом, которое не объясняется или объясняется по-другому; вот один пример: «**Автохтоны**. То же, что *виды аборигенные*». Словарная статья «**Вид аборигенный**» на странице 30 не

- снимает вопроса, поскольку в ней объясняется не слово, а словосочетание;
4. Вполне оправданно к русским терминологическим выражениям автор дает английские параллели, имея в виду, по-видимому, Канаду как центр мировых лесопромышленных технологий и лесного хозяйства; в таком случае эти параллели можно было бы сделать более последовательными;
 5. Названия словарных статей часто слишком объемны; например, названия типа «Договор аренды лесного участка, находящегося в государственной или муниципальной собственности» вполне поддаются сокращению;
 6. Издание слишком громоздко по формату для жанра словаря; лучше бы было, если формат

был более практичным; к подназванию «Словарь» необходимо добавить слово «Терминологический».

В целом не подлежит сомнению то, что рассматриваемый «Словарь» занимает свое место среди учебной литературы, используемой студентами лесоинженерного факультета, свидетельствуя вместе с тем и об активном участии профессоров университета в обеспечении высокого качества учебного процесса. Необходимо иметь в виду и то, что составление словаря – дело чрезвычайно хлопотное, трудоемкое, требующее профессионализма и разносторонней культуры, включая и речевую, и с этим составитель «Словаря» безусловно справился.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ивантер Э. В. Млекопитающие Карелии. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 292 с.
2. Тарланов З. К. Рец. на кн.: Бурмистрович Ю. Я. Важнейшие концепции современной русистики: Учебное пособие. Ломов А. М. Словарь-справочник по синтаксису современного русского языка // Ученые записки Петрозаводского государственного университета. Сер. «Общественные и гуманитарные науки». № 3 (95). Октябрь, 2008. С. 103–105.
3. Шегельман И. Р. Лесная промышленность и лесное хозяйство: Словарь. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2008. 278 с.

ХРОНИКА

■ В июне 2009 года на имя ученых Петрозаводского государственного университета доктора технических наук, профессора кафедры механики Геннадия Николаевича Колесникова и доктора медицинских наук, профессора, заведующего курсом кафедры общей и факультетской хирургии медицинского факультета Рудольфа Ионтевича Мельцера было получено «Решение о выдаче патента на полезную модель».

Г. Н. Колесников и Р. И. Мельцер создали принципиально новый фиксатор для лечения синдактилий. Этот фиксатор защищен патентом на имя ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет». Решение о выдаче патента приняла Федеральная служба по интеллектуальной собственности, патентам и товарным знакам (Роспатент), заявка 2009123080/22(031802) от 16.06.2009. В решении Роспатента говорится: «В результате экспертизы заявки на полезную модель установлено, что заявленная полезная модель относится к объектам патентных прав, заявка подана на техническое решение, охраняемое в качестве полезной модели, и документы заявки соответствуют установленным требованиям, предусмотренным Гражданским кодексом Российской Федерации, в связи с чем принято решение о выдаче патента на полезную модель».

Фиксатор позволяет при лечении механических и термических травм кисти ускорить реабилитацию пациентов и обеспечить более полное функциональное восстановление травмиро-

ванной кисти в физиологически оптимальные сроки. В решении Роспатента изобретение описывается следующим образом: «Фиксатор для лечения синдактилий, содержащий дугообразный элемент, держатели пальцев, выполненные в виде скобы, и основание, отличающийся тем, что каждый из держателей охватывает палец в его поперечном направлении на 30–50 % его периметра, осевая линия дугообразного элемента, охватывающего межфаланговые суставы, проходит в проксимальном направлении над фалангами пальцев по направлению к пястно-фаланговым суставам, держатели пальцев соединены с основанием фиксатора, выполненным в виде упоров, длина каждого из которых составляет 10–150 % от длины проксимальной фаланги травмированного пальца».

Данная работа – один из результатов поиска инновационных идей на стыке различных областей знаний.

От всей души поздравляем авторов изобретения!

■ 25 августа – 3 сентября 2009 года на базе Петрозаводского государственного университета прошли традиционные летние сборы по командному программированию.

В сборах приняли участие 110 молодых программистов из 33 команд университетов России, Белоруссии, Украины, Японии и США. За одиннадцать дней каждая из команд приняла участие в девяти тренировочных контестах, в каждом из которых было по 10–12 задач. Победителями летних сборов стали действующие чемпионы мира 2009 года – команда Санкт-Петербургского

государственного университета информационных технологий, механики и оптики (ИТМО) в составе М. Буздалова, В. Исенбаева и Е. Капуна. На второе место вышла команда ПетрГУ «Wx» в составе Д. Денисова, И. и А. Николаевских. Третье место заняла команда «Unpredictable» из МГУ в составе И. Корнакова, А. Гусакова и И. Разенштейна.

■ 3–8 сентября 2009 года на базе спортивно-оздоровительного лагеря «Шотозеро» Петрозаводского государственного университета прошла Всероссийская школа-семинар для молодых ученых России по теме «Проблемы и приложения электроразрядной обработки в индустрии наносистем и наноматериалов».

Всероссийская школа-семинар организована кафедрой информационно-измерительных систем и физической электроники физико-технического факультета и научно-образовательным центром «Плазма» ПетрГУ. В семинаре приняли участие 70 человек из разных регионов страны: Москвы, Московской области, Санкт-Петербурга, Томска, Новосибирска, Мурманской области и др.

Участниками школы-семинара рассмотрены следующие проблемы: физические основы и осо-

бенности электрофизических методов дефрагментации материалов; селективность и сепарация продуктов ультрадиспергирования; метрологическое и диагностическое обеспечение при определении физико-химических свойств продуктов дефрагментации и хода процессов электроразрядной дефрагментации; компьютерное моделирование продуктов и процессов дефрагментирования; инженерно-технические разработки техники и технологий процессов дефраг-

ментации минерального и биотического сырья; научно-образовательные проблемы развития

электроразрядных методов для использования в индустрии наноматериалов и др.

■ 10 сентября 2009 года на базе Петрозаводского государственного университета состоялось открытие 2-й научно-практической конференции кардиохирургов Северо-Западного региона России «ХИРУРГИЧЕСКОЕ ЛЕЧЕНИЕ СЕРДЕЧНОЙ НЕДОСТАТОЧНОСТИ».

Конференция организована совместно с ГУЗ РК «Республиканская больница им. В. А. Баранова», Российской военно-медицинской академией (Санкт-Петербург) под патронажем Минздравсоцразвития России, Минздравсоцразвития РК, Правительства РК и Северо-Западного отделения РАМН. В конференции приняли участие Л. А. Бокерия, академик РАМН, директор НЦ ССХ им. А. Н. Бакулева; Е. В. Шляхто, директор ФГУ «ФЦСКЭ» им. В. А. Алмазова; А. Ш. Ревитшвили, руководитель отделения тахикардий НЦ ССХ им. А. Н. Бакулева; С. Л. Дземешкевич, доктор медицинских наук, профессор, лауреат Государственной премии СССР; Д. В. Шумаков,

руководитель отделения НИИ трансплантологии и искусственных органов; А. М. Чернявский, ФГУ «Новосибирский НИИ патологии кровообращения им. акад. Е. Н. Мешалкина»; А. П. Зильбер, доктор медицинских наук, профессор, академик РМТА и АПБОП РФ, главный внештатный анестезиолог-реаниматолог Минздравсоцразвития РК; а также зарубежные коллеги из США, Великобритании, Финляндии, Швейцарии и Литвы. В работе конференции участвовали и преподаватели медицинского факультета ПетрГУ, практикующие врачи, аспиранты, интерны, клинические ординаторы, студенты 3–6-го курсов.

■ 21–25 сентября на базе Петрозаводского государственного университета состоялась III Международная научно-практическая конференция «Информационная среда вуза XXI века».

Организаторами ежегодной конференции являются ПетрГУ, Корпорация Oracle, ООО «ФОРС – Центр разработки», Государственный научно-исследовательский институт информационных технологий и телекоммуникаций «Информика».

В ходе конференции участниками обсуждались следующие вопросы:

- единая информационная среда как основа эффективного управления вузом,
- информационные системы менеджмента качества в образовании,
- электронные образовательные ресурсы; технологическое и техническое обеспечение образовательного процесса,
- подготовка IT-специалистов в вузе.

Кроме пленарных заседаний и работы по секциям в рамках конференции состоялись открытое заседание и круглый стол мультивендорного и академического консорциума в области ИКТ (<http://vendor.bmstu.ru>), где обсуждались текущие проекты и перспективы консорциума

Руководитель проектов в образовании и науке корпорации Oracle Юрий Михайлович Горвиц в рамках конференции провел мастер-класс «Защита персональных данных», а представители компании Cisco Systems провели мастер-

класс «Технологии компании Cisco для организации образовательной среды вуза», где участникам представилась возможность ознакомиться с содержанием и методикой преподавания международной образовательной программы Cisco Networking Academy Program и опытом внедрения этой программы в российских вузах, получить практические навыки в работе с различным оборудованием Cisco, познакомиться с апробированными архитектурными и функциональными решениями Cisco для IT-инфраструктуры вуза (IP-телефония, видеоконференцсвязь, маршрутизация, безопасность, включая системы шифрования, удаленный доступ, системы хранения данных). По результатам финального тестирования участники мастер-класса получили сертификаты Cisco Systems.

Ознакомиться с результатами работы этой и предыдущих конференций, тезисами докладов и списком участников можно на сайте конференции по адресу: <http://it2009.petrso.ru>.

Конференция проводилась на базе загородного туристского центра «Деревня Александровка»; один из дней работы был посвящен экскурсии в Финскую Карелию с посещением горного парка «Рускеала».

■ 24–25 сентября 2009 года на базе Петрозаводского государственного университета состоялась Республиканская научно-практическая конференция Северо-Западного федерального округа Российской Федерации «АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ НЕВРОЛОГИИ».

Организаторами конференции стали Министерство здравоохранения и социального развития РК, Санкт-Петербургский государственный

медицинский университет им. ак. И. П. Павлова, ГОУ ВПО «Петрозаводский государственный университет».

В течение двух дней медики обсудили наиболее важные вопросы неврологии: состояние неврологической службы в Республике Карелия и перспективы ее развития; инсульты у детей; опыт применения Европейских рекомендаций (2008 год) по первичной и вторичной профилактике инсульта; нейропластичность и нейрореабилитация; диагностика и лечение полиневропатий различного генеза; лечение различных видов боли; принципы диагностики и лечения туннельных невропатий; кохлео-вестибулярные расстройства

при спондилогенной вертебрально-базиллярной недостаточности; современные подходы к диагностике и терапии рассеянного склероза; нейроборрелиоз; диагностика и лечение воспалительных полиневропатий; вирусные энцефалиты, герпетическая инфекция ЦНС; дифференциальная диагностика бактериальных менингитов.

В конференции приняли участие видные ученые-неврологи Санкт-Петербурга и Петрозаводска. По окончании конференции участникам выданы сертификаты.

■ 22 июля 2009 года в редакцию научного журнала «Ученые записки Петрозаводского государственного университета» пришло письмо от старшего научного сотрудника Института геологии КарНЦ РАН Павла Владимировича Медведева с просьбой его напечатать:

«В моей статье «Ископаемая нефть, органическое вещество и фоссилии в отложениях нижнего протерозоя Онежского синклинория», опубликованной в журнале «Ученые записки Петрозаводского государственного университета» (серия «Естественные и технические науки») в 2009 году, № 5, с. 54–60, содержатся фрагменты («Введение», раздел 1, раздел 4, первый абзац «Заключения») неопубликованной статьи М. М. Филиппова, П. В. Медведева, Н. С. Бискэ «Процессы эпигенетического перераспределения органического вещества в отложениях нижнего протерозоя Онежского синклинория», включенные мной без согласования с соавторами.

Я приношу свои извинения М. М. Филиппову и Н. С. Бискэ за использование фрагментов статьи без их согласия».



6 сентября 2009 года исполнилось 50 лет главному редактору нашего журнала, ректору ПетрГУ, доктору технических наук, профессору *Анатолию Викторовичу Воронину*.

АНАТОЛИЙ ВИКТОРОВИЧ ВОРОНИН К 50-летию со дня рождения

Анатолий Викторович Воронин родился в пос. Ревда Ловозерского района Мурманской области. В 1976–1978 годах учился в Московском институте электронной техники, с 1979 года – в ПетрГУ на математическом факультете. Закончив в 1983 году университет, Анатолий Викторович продолжил обучение в аспирантуре. С 1986 года начал работать преподавателем на кафедре прикладной математики и кибернетики, став в 1992 году заведующим этой кафедрой. В 1988 году защитил кандидатскую диссертацию в ЛГУ, в 2005 году – докторскую диссертацию в Санкт-Петербургском институте информатики и автоматизации РАН. В 1996–1999 годах – проректор по учебной работе ПетрГУ, в 1999–2006 годах – первый проректор ПетрГУ. С 2006 года – ректор ПетрГУ.

Анатолий Викторович является научным руководителем исследовательских работ, предлагаемых для выполнения совместно с российскими и зарубежными партнерами, например с Центром «ПетрГУ – Метсо Систем Автоматизации». Основная тематика данных исследований связана с разработкой программного обеспечения для анализа и повышения эффективности функционирования технологических процессов промышленных предприятий, что находит свое отражение в научных статьях и монографиях. А. В. Воронин – инициатор и участник многих научных конференций, проводимых на базе ПетрГУ, например, одной из них стала Международная научно-техническая конференция «Новые информационные технологии в целлюлозно-бумажной промышленности и энергетике», проводившаяся в 2008 году восьмой раз. Под руководством А. В. Воронина только за последние пять лет защищено 5 кандидатских диссертаций, к защите готовится докторская. Открытие IT-парка в ПетрГУ стало своеобразным итогом многолетней работы Анатолия Викторовича. По его же инициативе в прошлом году возобновлено издание научного журнала «Ученые записки ПетрГУ».

А. В. Воронин в 2000 году награжден знаком «Почетный работник высшего профессионального образования», в 2003 году – орденом «За заслуги перед Отечеством» II степени.

Поздравляем Анатолия Викторовича с юбилеем и от всей души желаем успешного воплощения в жизнь всех научных проектов и начинаний, терпения, мужества, а его родному университету – успехов и процветания!



24 сентября 2009 года исполнилось 70 лет доктору медицинских наук, профессору, члену-корреспонденту РАМН, заведующему кафедрой психиатрии медицинского факультета *Марку Михайловичу Буркину*.

МАРК МИХАЙЛОВИЧ БУРКИН **К 70-летию со дня рождения**

Марк Михайлович Буркин родился в 1939 году на Украине. В 1963 году окончил лечебный факультет 1-го Ленинградского медицинского института. После окончания учебы работал в Республиканской психиатрической больнице Министерства здравоохранения РК (ординатор, заведующий отделением).

Кандидатскую диссертацию «Клинико-катамнестическое изучение ремиссий и социальной адаптации больных шизофренией, участвовавших в программе реабилитации» по специальности «психиатрия» Марк Михайлович защитил в 1971 году в Москве; докторскую диссертацию «Социально-трудовая адаптация и ее прогноз у больных шизофренией» – в 1991 году в Центре психического здоровья РАМН (Москва).

С 1992 года М. М. Буркин – заведующий кафедрой психиатрии медицинского факультета ПетрГУ, которая в последние годы является одним из российских центров международных мультицентрических исследований психотропных препаратов. М. М. Буркин – один из организаторов психотерапевтической и наркологической службы в Карелии, он создал первое стационарное реабилитационное отделение для психически больных, провел клинико-эпидемиологическое изучение больных шизофренией г. Петрозаводска, активно участвует в российских и зарубежных грантах. Марк Михайлович продолжает активно заниматься проблемой реабилитации и адаптации психически больных. Он автор более 150 статей, опубликованных в русскоязычных и зарубежных изданиях, и 6 книг. Так, в последнее время вышли его книги «Основы наркологии» (Петрозаводск: Карелия, 2002) и «Деменции позднего возраста» (Изд-во ПетрГУ, 2004).

Марк Михайлович Буркин – врач-психиатр высшей категории, заслуженный работник здравоохранения Республики Карелия, член-корреспондент Российской академии медико-технических наук, член Правления Российского общества психиатров, член редакционного совета ряда медицинских журналов по психиатрии.

От всей души поздравляем Марка Михайловича с юбилеем и желаем ему продолжения плодотворной научной и педагогической деятельности!



13 октября 2009 года исполняется 60 лет доктору технических наук, профессору кафедры технологии и оборудования лесного комплекса лесоинженерного факультета ПетрГУ *Михаилу Николаевичу Рудакову*.

МИХАИЛ НИКОЛАЕВИЧ РУДАКОВ К 60-летию со дня рождения

Михаил Николаевич Рудаков родился в 1939 году в поселке Дебин Магаданской области. Высшее образование он получил в Ленинградском высшем военно-политическом училище ПВО и в Военно-политической Краснознаменной академии. Педагогической и научной работой в области экономики начал заниматься в Высшем Ярославском зенитно-ракетном училище, а затем в единственной в те годы в мире Военной академии бронетанковых войск. В 1986 году защитил кандидатскую диссертацию «Материальное стимулирование творческого отношения к труду» (Ярославский госуниверситет), в 2002 году – докторскую «Закономерности и механизмы регионального рынка труда» (СПбГУ).

С 1989 года после увольнения в запас Михаил Николаевич работает в ПетрГУ доцентом кафедры политэкономии и кафедры экономической теории и менеджмента, в 1994–2003 годах – заместителем декана экономического факультета по учебной работе, в 2001–2003 годах – заведующим кафедрой менеджмента. С 2004 года – профессор кафедры технологии и оборудования лесоинженерного факультета и заведующий лабораторией экономики Карельского НИИ лесопромышленного комплекса. Им подготовлено четыре кандидата экономических наук, он активный участник республиканских, всероссийских и международных конференций. Результаты его исследований внедрены в жизнь, многие из них содержатся в более чем 80 научных и учебно-методических трудах, включая 5 монографий и 9 учебных пособий. В их числе: «Рынок труда: закономерности и механизмы функционирования» (Петрозаводск, 2001), «Комплексный анализ производственно-хозяйственной деятельности лесозаготовительных предприятий» (СПб, 2006), «Республика Карелия: бюджет и реальный сектор экономики» (Новосибирск, 2006), «Формирование лесопромышленных корпораций в эпоху глобализации экономики» (Архангельск, 2006), «Недобросовестная и криминальная конкуренция» (Петрозаводск, 2007).

Прекрасный педагог и высококвалифицированный ученый, М. Н. Рудаков имеет ряд государственных наград: медали «За безупречную службу в Вооруженных Силах СССР» 1, 2 и 3-й степеней, медали 50, 60 и 70 лет Вооруженных Сил СССР, Благодарственная грамота министра обороны СССР, Почетная грамота Министерства образования; знак «Почетный работник высшего профессионального образования».

Искренне поздравляем Михаила Николаевича с юбилеем, желаем ему счастья, крепкого здоровья, благодарных учеников и новых побед на научной ниве!



23 октября 2009 года исполняется 70 лет доктору физико-математических наук, профессору, декану физико-технического факультета, заведующему кафедрой электроники и электроэнергетики *Валерию Ивановичу Сыуну*.

ВАЛЕРИЙ ИВАНОВИЧ СЫУН **К 70-летию со дня рождения**

Валерий Иванович Сыун родился в 1939 году в г. Таганроге Ростовской области. В 1970 году окончил физико-математический факультет Петрозаводского университета. Кандидатская диссертация «Исследование физических условий протекания мощных импульсных токов в приборах с ртутным наполнением» по специальности «физика плазмы» защищена в 1979 году; докторская диссертация «Сильноионизованная низкотемпературная плазма в приборах электронной техники. Методы исследования, свойства, применения» – в 1996 году в Институте высоких температур РАН. В этом же году он избран заведующим кафедрой электронных и ионных приборов, впоследствии переименованной в кафедру электроники и электроэнергетики. С 1991 года по настоящее время он декан физико-технического факультета.

В. И. Сыун ведет плодотворную научную деятельность, является членом секции «Приэлектродные явления» Совета РАН по проблеме «Физика низкотемпературной плазмы». Он автор более 160 научных статей, опубликованных как в русских, так и зарубежных изданиях, 17 изобретений и 6 учебных пособий, последнее из которых – «Математическое моделирование объектов физической электроники» (Изд-во ПетрГУ) – вышло в 2005 году. Теоретические и экспериментальные результаты по физике плазмы, а также разработанные с его участием электронные приборы и технологии признаны далеко за пределами России. Под руководством В. И. Сыуна защищено три кандидатских диссертаций. Факультет под его руководством постоянно совершенствуется, открываются новые перспективные специальности. Одним из первых в университете факультет перешел на многоуровневую систему подготовки специалистов: бакалавр, специалист, магистр.

За время работы в университете В. И. Сыун неоднократно награждался Почетными грамотами и знаками университета, Совета министров Карелии и Министерства высшего образования. Валерий Иванович заслуженный деятель науки Республики Карелия. В 2006 году он награжден знаком «Почетный работник образования».

Поздравляем Валерия Ивановича с юбилеем и от всей души желаем ему спортивных успехов, научных достижений, продолжения сотрудничества с нашим журналом, а физико-техническому факультету – новых высот!

ЕДИНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ К РУКОПИСЯМ, ПРЕДСТАВЛЯЕМЫМ В ЖУРНАЛ

Публикации в журнале подлежат статьи, ранее не печатавшиеся в других изданиях.

Статья предоставляется в распечатанном виде на бумаге формата А4 (в двух экземплярах) и в электронном виде, на носителе или вложении в электронное письмо на адрес редакции журнала. Печатная версия статьи подписывается всеми авторами.

Статья набирается в текстовом редакторе Microsoft Word и сохраняется с расширением .doc. Объем оригинальной и обзорной статьи не должен превышать 1 печатный лист, кратких сообщений – 5–6 страниц, отчетов о конференциях и рецензий на книги – 3 страницы. Поля: верхнее и нижнее – 2 см, правое и левое – 3 см. Абзацный отступ – 0,5 см. Шрифт: Times New Roman, размер – 14 пунктов, аннотация, список литературы – 12 пт, межстрочный интервал – полуторный. Нумерация страниц – справа внизу страницы.

Статья должна состоять из следующих элементов: названию статьи должен предшествовать индекс универсальной десятичной классификации (УДК) в левом верхнем углу. Далее через 1 интервал – название статьи жирным шрифтом заглавными буквами, название должно быть по возможности кратким, точно отражающим содержание статьи. Точка в конце названия статьи не ставится. Сведения об авторе (имя, отчество, фамилия автора (-ов) полностью; ученая степень и звание; место работы: вуз, факультет, кафедра; должность; электронный адрес и контактные телефоны). Аннотация (объемом не более 6 строк) на русском и английском языках, перед ней – название статьи и фамилия (-ии) автора (-ов) также на 2 языках; ключевые слова от 3 до 8 слов (или словосочетаний, несущих в тексте основную смысловую нагрузку) также на двух языках. Все перечисленные элементы статьи отделяются друг от друга пустой строкой и печатаются без абзацного отступа через 1 интервал.

Основной материал статьи и цитат, приводимых в статье, должен быть тщательно выверен автором. Сокращения слов не допускается, кроме общепринятых сокращений химических и математических величин и терминов. Размерность всех физических величин следует указывать в системе единиц СИ.

Список литературы, примечания, комментарии и пояснения по тексту статьи даются в виде концевых сносок. Список литературы должен быть напечатан через одинарный интервал, на отдельном листе. Цитируемая в статье литература (автор, название, место, издательство, год издания и страницы (от и до или количество)) приводится

в алфавитном порядке в виде списка в конце статьи (сначала отечественные, затем зарубежные. Фамилии иностранных авторов приводятся в оригинальной транскрипции). В тексте статьи ссылка на источник делается путем указания в квадратных скобках порядкового номера цитируемой книги или статьи, через точку с запятой – цитируемых страниц, если это необходимо. В книгах иностранных авторов, изданных на русском языке, после заглавия книги через двоеточие указывают, с какого языка сделан перевод. Выходные данные по статьям из журналов и сборников указывают в следующем порядке: фамилия (-ии) автора (-ов) с инициалами, название статьи, через две косые черты – название журнала (год, том, номер, страницы (от и до) или сборника (место издания, год, страницы (от и до))). По авторефератам – фамилия, инициалы, полное название автореферата, после которого ставят двоеточие и указывают, на соискание какой степени и в какой области науки защищена диссертация, место издания, год, страницы.

Таблицы – каждая печатается на отдельной странице, нумеруется соответственно первому упоминанию ее в тексте и снабжается заголовком. Таблицы должны быть предоставлены в текстовом редакторе Microsoft Word (формат .doc). В тексте следует указать место таблицы и ее порядковый номер.

Иллюстрации (рисунки, фотографии, схемы, диаграммы) нумеруются, снабжаются подписями и представляются в виде отдельных растровых файлов (в формате .tif, .jpeg), а в тексте рукописи указывается место, где они должны быть размещены. Для оригиналов (бумажная версия) на обороте каждой иллюстрации ставится номер рисунка, фамилия автора и пометка «верх», «низ». Каждый рисунок (их не должно быть более 5–6) должен иметь название и объяснение всех кривых, цифр, букв и прочих условных обозначений, размещенных под ним. В тексте статьи должна быть ссылка на конкретный рисунок, например (рис. 1).

Статьи, поступившие в редакцию, обязательно рецензируются. Если у рецензентов возникают вопросы, статья возвращается на доработку. Редакция оставляет за собой право внесения редакторских изменений в текст, не искажающих смысла статьи.

Материалы, не соответствующие предъявленным требованиям, к рассмотрению не принимаются.

Решение о публикации принимается редакционной коллегией журнала.

CONTENTS

ARCHITECTURE AND CONSTRUCTIONS

Bode A. B.

ARCHITECTURAL DESIGN OF THE PREOBRAZHENSKAYA CHURCH ON THE KIZHI ISLAND

Summary: The architectural design of the Preobrazhenskaya church of the Kizhsky Churchyard could be viewed as a combination of the local traditions wide-spread in various areas of the Russian North. The development of the components of the spatial and volume composition of the architectural memorial is retraced; some similarities with the stone architecture are registered. Transformations of traditional solutions in wooden architecture, used in design of the Preobrazhenskaya church and brought up the uniqueness of the church, are analyzed.

Key words: Wooden architecture, the Preobrazhenskaya church of the Kizhsky Churchyard, architectural forms, local traditions7

Rochev A. A.

THE ALGORITHM FOR CALCULATING THE ELASTOPLASTIC ARCHES OF A CIRCULAR FORM

Summary: The algorithm for calculating an all-round high arch that allows you to strain calculations and check the stability of arched construction at its limit of elasticity of the material has been proposed. The equivalent modulus of deformation obtained by the author and presented in previous publications has been used. This module takes into account the effect of deformation of shear deformation and development in cross-section of plastic deformation. The algorithm of calculation takes into consideration nonlinear geometrical and physical effects that arise in the arch when under load

Key words: High arch of an equivalent modulus of deformation, deformation calculation, the functional loss of stability13

BIOLOGY

Nemova N. N., Shklyarevich G. A.

THE AGAE-MACROPHYTA KARELIA AQUATORIA OF THE WHITE SEA ECOLOGY AS THE OBJECT OF MARI CULTURE

Summary: The survey of scientific literature on algae-macrophyta, which grows into shallow waters of the White Sea, is presented. The algae are of great economic importance as the objects of Mari-culture. The data of algae habitation conditions such as temperature, salinity, luminance, photo-period, biogenic elements, xenobyotics, and macrophytes adaptation on a cell bio-chemical level are summarized.

Key words: White Sea, algae, marine macrophytes, *Fucus vesiculosus*, *Laminaria saccharina*, marine aquaculture, temperature, salinity, adaptations17

Rumyantsev E. A., Shalina S. A.

PERENNIAL CHANGES OF PARASITOFUNA OF WHITEFISH IN LAKES

Summary: The changes data of whitefish parasites fauna in the lakes have been studied for several years. For example, several of them show some features of multi-year changes occurring in parasite fauna of fish in inland waters of the European North. The fauna of parasites of fishes are extremely varied, depending on the existing set of environmental factors.

Key words: Whitefish, fish infection, cycle of development28

Zavodovsky P. G.

RESOURCE VALUE OF APHYLLOPHOROID BASIDIOMYCETES OF THE VODLOZERO NATIONAL PARK

Summary: The biodiversity of aphylloroid fungi is studied. The data about aphylloroid basidiomycetes resources value are presented in the article.

Key words: Aphylloroid basidiomycetes, forest ecosystems Vodlozero National Park, a substratum, type of decay, resource value34

Kuritsyn A. E.

PERSPECTIVE OBJECTS OF FISHERY FARMING

Summary: The article presents the material about the important breeds of trout (*Parasalmo mykiss* Wal.). The advantages and disadvantages of different breeds used in fishery farming on North-West region of Russia are described.

Key words: Trout, breed Kamloops, Donaldson, Rofor, Rostal, Adler, growing, feeding38

MEDICINE

Marusenko I. M., Vezikova N. N.,

Maksimov M. V., Koryakova N. V.

COMPLEX THERAPY OF RHEUMATOID ARTHRITIS

Summary: The article is devoted to an estimation of efficiency of complex therapy of rheumatoid arthritis (RA). The patients included in research are about for the first time diagnosed with RA. They received various variants of basic and local therapy. The results testify that duly basic therapy allows improving results of treatment, and application of local methods at early RA stages allows increasing general efficiency of the combined treatment.

Key words: Disease modifying anti-rheumatic drug therapy, methotrexate, rheumatoid arthritis, local therapy, pulse-therapy, telegammatherapy, trombovar, synovitis41

Belousova G. P., Pashkova I. G.,

Kolupaeva T. A., Kudrjashova S. A.

INFLUENCE OF FUNCTIONAL MOTOR HANDS ASSYMETRY ON PREVALENCE OF ALEXITHYMIA RADICAL IN THE STUCTURE OF A STUDENTS' PERSONALITY UNDER CONDITIONS OF THE NORTH

Summary: On the basis of the neuropsychological approach, with use of the concept functional motor hands asymmetry, the prevalence of alexithymia personality radical for students-northerners has been investigated. It is found that a prevalence of alexithymia radical is higher for the «lefthanders» if compared to that of the «righthanders». Thus, under the conditions of the North, people, with a functional left profile of motor asymmetry of a brain are more predisposed to formation alexithymia type of the personality and as that to the risk of psychosomatic frustration.

Key words: Torontsky alexithymia scale (TAS), alexithymia, prevalence, functional motor asymmetry, Barents-region, student48

Romanov B. E., Fomin A. A.

PUBLIC ORGANIZATIONS AS THE SUBJECT OF MEDICIN-SOCIAL WORK

Summary: The article is devoted to the solution of the administrative task connected with competitive allocation of public funds to public organizations for social projects, which are involved in conducting medical-social work with disabled people at the level of the subject of federation.

Key words: Public organizations, Ministry of Health and social protection of RK, medical-social work, disabled people, the Interdepartmental commission, Official body of Federal registration service on RK52

APPLIED MATHEMATICS AND COMPUTER SCIENCE

Voronova A. M., Voronov R. V., Piskunov M. A.

OPTIMAL SCHEMES OF SKID TRAIL NETWORK DESIGN AND UPPER LANDING LOCATION OF THE CUTTING AREA

Summary: The article is set out the mathematical model of the skid trail network designing and upper landings location of the cutting area. The problems of realization the received schemes in practice and ways of their solution are considered. The procedure of the preparation work realization in the logging process is given.

Key words: Skid trail, soil properties, hyper graph, fuzzy set, optimization, navigator58

Zabrovsky A. L.

SYSTEM OF INTERACTIVE LEARNING VIA THE INTERNET

Summary: The article is devoted to the system of interactive learning in the Internet. There is the concrete system and examples of its use.

Key words: Interactive learning, the Internet, distance learning63

AGRICULTURE AND FORESTRY

Bolgov A. E.

AYRSHIRE CATTLE: SUCCESS AND NEW STRATEGY OF BREEDING (BASED ON THE MATERIALS OF XXI WORLD AYRSHIRE CONGRESS)

Summary: The article presents current state and strategies of breeding Ayrshire dairy cattle in different countries. The presentations and discussions presented at the XXI World Ayrshire Congress held on June 2–12 2008 in Finland are analyzed. New selection strategy of Ayrshire cattle in the Northern countries is presented. It envisions breeding of large-scale population of Scandinavian red dairy cattle (more than 330 thousand cow) on the base of integration of genetic resources of the Finnish Ayrshire breed, Sweden Red breed, and Danish Red breed.

Key words: Ayrshire dairy cattle, breeding and selection, red dairy cattle, Finland, Northern countries, pedigree bull value, selection programs66

Berdnikov I. A.

NATURAL FOREST REGENERATION OF DRAINED MIRE

Summary: The silvicultural efficiency of different methods of promotion to natural forest reforestation on mires drained is studied.

Key words: Forest drainage, promotion to natural forest reforestation, undergrowth70

Pekkoev A. N.

PRODUCTIVITY AND COMMODITY STRUCTURE OF CULTURES OF PINE AT DIFFERENT WAYS OF CULTIVATION

Summary: Comparison of cultures of pine which were created by crops of seeds and landing of saplings is discussed in the article. The cultures were grown up with application of various actions for care of wood. In 54 years of landing by the saplings have a stock of trees more than in crops on 90–170 m³/h.

Key words: Scots pine cultures, seeding, planting, short-rotation forestry, spacing, fertilization, commodity structure, productivity73

ENGINEERING

Belyaev S. V., Davydov G. A.

PROGRESS AND PROSPECTS OF FUEL ETHANOL USING FOR TRANSPORT

Summary: Alcohol flexible fuel vehicles (FFV) represent a mature, low-cost technology option for reducing reliance on petroleum transportation fuels. Produced commercially today in both the USA and Brazil, FFV passenger car and light-duty truck models can operate on ethanol or gasoline or on any mixture at these fuels. FFV components and systems are designed for compatibility with both fuels and to maintain proper control of engine operating parameters over the range of ethanol, gasoline fuel ratios.

Key words: Ethanol, fuel flexible vehicles, fuel alternate76

Koibin A. V.

VIBRATION IN AN ELASTIC CORE AT CASUAL INFLUENCE AND EXTERNAL FRICTION

Summary: The article dwells upon the issue of the distribution of casual fluctuation in an elastic core at dry friction presence. The problem is solved with the help of statistical linearization method.

Key words: Casual, friction, random vibration, external81

Pitukhin A. V., Skobtsov I. G., Khvoin D. A.

SURVIVAL FUNCTION ESTIMATION OF MECHANICAL ELEMENTS WITH CRACKLIKE DEFECTS

Summary: This paper deals with the quasibrittle fracture under the influence of stationary random process of loading in case of presence of the cracklike defects in mechanical elements. As a result, analytical equations of survival function estimation were obtained in virtue of random functions theory and admission by V. V. Bolotin and A. A. Sveshnikov.

Key words: Quasibrittle fracture, cracklike defect, fracture mechanics, stationary random process, survival function85

Shilovsky V. N., Golshtein G. J.

BACKGROUND FOR FAILURE RELATED TO PRODUCT PARAMETERS OF THE FORESTRY MACHINERY

Summary: Methodical approaches and mathematical models concerning economical backgrounds for failure as related to products parameters of the forestry machinery along with periodical diagnosis of integration of logging equipment are offered.

Key words: Failure as related to products parameters, economical criteria, periodical diagnosis88

POWER ENGINEERING

Borisov G. A., Tikhomirova T. P.

STRUCTURAL ANALYSIS OF ENERGY LOSSES FROM ELECTRICITY FACILITIES OF KARELIA

Summary: Integral estimates of the efficiency of Republic of Karelia electricity facilities are analyzed through comparative analysis of intrinsic expenditures and energy losses to transport, transformation and utilization in different forms at different process stages.

Key words: Energy losses, efficiency, process stages, effective utilization factor93

REVIEWS

Patyakin V. I.

The book review: *Shegelman I. R. Forest Transformations (XV–XXI centuries)*98

Tarlanov Z. K.

The book review: *Ivanter E. V. Mammal of Karelia*;

Shegelman I. R. Forest Industry and Forestry: Glossary 100

SCIENTIFIC INFORMATION 104

JUBILATION

To the 50th Birthday Anniversary of A. V. Voronin 107

To the 70th Birthday Anniversary of M. M. Burkin 108

To the 60th Birthday Anniversary of M. N. Rudakov 109

To the 70th Birthday Anniversary of V. I. Sysun 110

INFO FOR THE AUTHORS 111

РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ: инструмент для оценки научной деятельности и механизм продвижения научных журналов

Во всем мире одним из ключевых показателей для оценки работы отдельных исследователей и научных коллективов, влияния на развитие науки, определения качества исследований служит индекс цитирования авторов и импакт-фактор журнала (как средний показатель цитируемости его авторов). Величина индекса цитирования определяется количеством ссылок на публикацию автора в других источниках. Для корректного определения значимости научных трудов важно не только количество ссылок, но и качество самих ссылок. На статью может ссылаться авторитетное издание или популярный иллюстрированный еженедельник. Значимость таких ссылок разная. Для решения проблемы определения значимости периодического издания разработан свой индекс цитирования – импакт-фактор. В индексе цитирования заинтересованы все те, кто имеет отношение к науке и образованию: 1) Ученые с помощью индекса цитирования отслеживают текущую актуальную библиографию работ по своей тематике. 2) Чиновники, учитывая индексы цитирования, принимают решение о выделении финансовой поддержки для исследовательской деятельности отдельного ученого или научного коллектива. 3) Администраторы университетов и институтов на основании показателей цитирования и объема опубликованных работ определяют размеры финансового вознаграждения своих сотрудников. 4) Издатели научной литературы, используя импакт-факторы журналов, оценивают качество изданий, их авторитет и востребованность как научного продукта.

Федеральное агентство по науке и инновациям Министерства образования и науки РФ и Научная электронная библиотека занимаются реализацией проекта «Разработка системы статистического анализа российской науки на основе данных российского индекса научного цитирования (РИНЦ)». РИНЦ – это специализированная база данных по российским научным периодическим изданиям, создаваемая на основе индексирования библиографических описаний статей, аннотаций или рефератов, а также пристатейных ссылок цитируемой литературы. База оснащена мощной поисковой системой, способной реализовать поисковые запросы различной сложности. Благодаря этому продукту можно получать точные данные по индексу цитирования авторов и импакт-факторам журналов.

**ЖУРНАЛ «УЧЕНЫЕ ЗАПИСКИ ПЕТРОЗАВОДСКОГО
ГОСУДАРСТВЕННОГО УНИВЕРСИТЕТА» ВКЛЮЧЕН
В РОССИЙСКИЙ ИНДЕКС НАУЧНОГО ЦИТИРОВАНИЯ
(РИНЦ) В ИЮЛЕ 2008 ГОДА.**

ПОДПИСАТЬСЯ НА СЕРИЮ «ЕСТЕСТВЕННЫЕ И ТЕХНИЧЕСКИЕ
НАУКИ» МОЖНО ПО КАТАЛОГУ ИЗДАНИЙ ОРГАНОВ
НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ ИНФОРМАЦИИ АГЕНТСТВА
«РОСПЕЧАТЬ» (ИНДЕКС 66093)