



<http://ecopri.ru>

<http://petrsu.ru>

**Издатель**

ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет»  
Российская Федерация, г. Петрозаводск, пр. Ленина, 33

Научный электронный журнал

**ПРИНЦИПЫ ЭКОЛОГИИ**

<http://ecopri.ru>

**Т. 3. № 2(10). Ноябрь, 2014**

**Главный редактор**

А. В. Коросов

**Редакционный совет**

В. Н. Большаков  
А. В. Воронин  
Э. К. Зильбер  
Э. В. Ивантер  
Н. Н. Немова  
Г. С. Розенберг  
А. Ф. Титов

**Редакционная коллегия**

Г. С. Антипина  
В. В. Вапиров  
А. Е. Веселов  
Т. О. Волкова  
В. А. Илюха  
Н. М. Калинкина  
А. М. Макаров  
А. Ю. Мейгал

**Службы поддержки**

А. Г. Марахтанов  
А. А. Кухарская  
О. В. Обарчук  
Н. Д. Чернышева  
Т. В. Климюк  
А. Б. Соболева

**ISSN 2304-6465**

**Адрес редакции**

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Анохина, 20. Каб. 208.

E-mail: [ecopri@psu.karelia.ru](mailto:ecopri@psu.karelia.ru)

<http://ecopri.ru>



© ФГБОУ «Петрозаводский государственный университет», 2012



## Содержание Т. 3. № 2. 2014.

### От редакции

|                      |   |
|----------------------|---|
| Непрерывное развитие | 3 |
|----------------------|---|

### Методы экологических исследований

|                                                                               |                                                                                                              |        |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|
| Коросов А. В., Родионов А. В., Голубев В. Е., Зародов А. Ю., Марковский А. В. | <b>О разработке нового подхода для исчисления параметров расчетной лесосеки неистощительного пользования</b> | 4 - 20 |
|-------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------|

### Оригинальные исследования

|                                 |                                                                                                                                |         |
|---------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|
| Ивантер Э. В., Курхинен Ю. П.   | <b>Влияние антропогенной трансформации лесных экосистем Восточной Финноскандии на популяции малой и средней бурозубок</b>      | 21 - 25 |
| Кищенко И. Т.                   | <b>Влияние условий местопроизрастания на анатомическое строение годичного кольца <i>Pinus sylvestris</i> L. в таежной зоне</b> | 26 - 32 |
| Лябзина С. Н., Узенбаев С. Д.   | <b>О паразитировании мухи-лягушкоедки <i>Lucilia bufonivora</i> (Diptera, Calliphoridae) на травяной лягушке</b>               | 33 - 39 |
| Мамонтова О. В., Румянцев Е. А. | <b>Анализ паразитофауны сиговых рыб (<i>Coregonidae</i>, <i>Pisces</i>) на примере озер Карелии</b>                            | 40 - 46 |
| Мелехин А. В.                   | <b>Результаты лихенометрического датирования каменных кладок в окрестностях г. Кандалакша (Россия, Мурманская область)</b>     | 47 - 55 |
| Румянцев Е. А.                  | <b>О некоторых эколого-фаунистических особенностях паразитов рыб крупных олиготрофных озер Карелии</b>                         | 56 - 59 |

### Рецензия

|              |                           |         |
|--------------|---------------------------|---------|
| Линник Ю. В. | <b>Во славу Дисперсии</b> | 60 - 62 |
|--------------|---------------------------|---------|

### Синописис

|               |                                                  |         |
|---------------|--------------------------------------------------|---------|
| Коросов А. В. | <b>«Он шагнул из траншеи с автоматом на шее»</b> | 63 - 66 |
|---------------|--------------------------------------------------|---------|



## Непрерывное развитие

*Уважаемые читатели, авторы и рецензенты!*

Мы посчитали, что электронная форма журнала позволяет нам изменить порядок публикации статей. Вместо единовременной загрузки полноразмерного выпуска теперь будет выполняться постепенное наполнение журнала подготовленными материалами. Публикуемые статьи прошли все этапы редакционной подготовки, но пока не имеют точного указания объема в страницах. Время подготовки окончательной структуры содержания будет объявлено позже (для текущего выпуска ориентировочно 1.12.2014). Уточнить нумерацию страниц будет достаточно просто, поскольку статьи имеют индекс DOI, который можно сохранить на своем компьютере вместе с библиографическим описанием статьи. После окончательного формирования выпуска достаточно будет кликнуть на ссылку DOI, как в окне браузера появится данная статья с точным библиографическим описанием. Если ссылка DOI не работает, значит, номер нашего журнала с этой статьей еще не сформирован.

В числе других новшеств следует указать на появление возможности помещать в статьи видеоматериалы. Предварительно нужный видеофайл следует загрузить на сайт YouTube, получить на него гиперссылку и затем вставить ее в статью. В pdf-файле статьи эта ссылка не отображается.

*С неизменным стремлением к сотрудничеству,  
редколлегия электронного журнала «Принципы экологии»*

## References



УДК 630\*61

## О разработке нового подхода для исчисления параметров расчетной лесосеки неистощительного пользования

**КОРОСОВ**

МРОО «СПОК», korosov@mail.ru

**Андрей Викторович**

**РОДИОНОВ**

МРОО «СПОК», andrey.rodionov@mail.ru

**Андрей Викторович**

**ГОЛУБЕВ**

МРОО «СПОК», veg-cbk@mail.ru

**Владимир Евгеньевич**

**ЗАРОДОВ**

МРОО «СПОК», x-booster@mail.ru

**Александр Юрьевич**

**МАРКОВСКИЙ**

МРОО «СПОК», markovsky.a@gmail.com

**Александр**

**Владимирович**

**Ключевые слова:**

расчетная лесосека  
эксплуатационные леса  
неистощительное лесопользование  
новый подход

**Аннотация:**

Предлагается новый подход к определению допустимых объемов пользования древесиной (расчетной лесосеки) для спелых и перестойных эксплуатационных лесов и разработанные на его основе компьютерные программы, которые позволяют вычислять параметры расчетной лесосеки, обеспечивающей непрерывное неистощительное лесопользование в этих лесах, на протяжении заданного числа лет.

Предлагаемый подход к определению «расчетной лесосеки» для эксплуатационных лесов базируется на имитационной модели динамики всей возрастной структуры насаждений – от начальных классов возраста («молодняки») до старших классов («спелые»).

Достоинством предлагаемого подхода является независимость процедуры и результатов моделирования от каких-либо заранее задаваемых формул для расчета допустимого объема изъятия древесины, что позволяет использовать его для вычисления расчетной лесосеки в эксплуатационных лесах с различной исходной возрастной структурой и различной интенсивностью лесопользования. В отличие от применяемых ныне формул расчетных лесосек, основанных на мысленной модели истощения запасов перестойных, спелых, приспевающих и других насаждений через то или иное время, имитационная модель рассчитывает этот процесс во всех деталях относительно всех разновозрастных групп деревьев. По существу в числовой форме (виртуально, в недрах компьютера) воссоздается вся возрастная структура древостоя на протяжении любого отрезка времени.

Вырубки рассматриваются как скачкообразное и территориально локализованное изменение возрастной структуры древостоя, и модель призвана рассчитать их последствия, а также дать возможность решать задачи расчета оптимальной величины расчетной лесосеки при задаваемых ограничениях на данной территории.

Предлагаемый новый подход рассмотрен на примере сплошных рубок спелых и перестойных насаждений в Республике Карелия.

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: С. А. Корчагов

Рецензент: А. М. Цыпук

Опубликована: 24 ноября 2014 года

## **Введение**

Экологическое мировоззрение все ближе к практике: вслед за пониманием всеобщей взаимосвязи явлений в биосфере и зависимости от нее человека от экологии берут стратегию устойчивого развития (принцип существования экосистем). Тактикой новой деятельности становится неистощительное природопользование (там, где это возможно, например в лесном хозяйстве). Все чаще практики природопользования заимствуют у экологии и ее эффективные методы описания динамических систем, в том числе количественные. В нашем сообщении рассмотрен подход к организации неистощительного лесопользования с помощью имитационного моделирования лесной динамики.

В действующем законодательстве РФ большое внимание уделяется определению допускаемых объемов заготовки древесины – «расчетной лесосеки». Приказом Рослесхоза от 27.05.2011 г. № 191 утвержден «Порядок исчисления расчетной лесосеки» с целью определения допустимого ежегодного объема изъятия древесины в эксплуатационных и защитных лесах. Статья 29 Лесного кодекса РФ прямо запрещает заготовку древесины в объеме, превышающем расчетную лесосеку. Таким образом, по закону заготовка древесины в объемах, ведущих к истощению лесов, запрещается. При этом утверждается, что расчетная лесосека определяет ежегодный объем изъятия древесины в эксплуатационных и защитных лесах, обеспечивающий многоцелевое, рациональное, непрерывное, неистощительное использование лесов, исходя из установленных возрастов рубок, сохранения биологического разнообразия, водоохранных, защитных и других полезных свойств лесов.

Однако, по мнению ряда отечественных экспертов (Болотова, 2002; Загадки..., 2014; Отчет..., 2014; Что такое..., 2014; Ярошенко, 2014), существующие методики и подходы к определению расчетной лесосеки, практически не менявшиеся на протяжении XX века, не обеспечивают реальной неистощительности лесопользования по причине наличия существенных недостатков. Это значит, что для России в целом и Республики Карелия в частности актуальным является выработка новых подходов к определению допускаемых объемов заготовки древесины, обеспечивающих реальную неистощительность лесопользования, с учетом установленных возрастов рубок, закономерностей строения и развития древостоев и данных о потребности в древесине.

Цель нашего сообщения состоит в описании нового количественного подхода к определению расчетной лесосеки на базе имитационной модели.

## **Материалы**

При разработке и тестировании имитационной модели были использованы открытые данные лесохозяйственных регламентов центральных лесничеств Республики Карелия (Лесохозяйственные..., 2014) и общие таблицы хода роста нормальных древостоев из справочника «Общесоюзные нормативы для таксации лесов» (Общесоюзные..., 2014).

## **Традиционные методы исследований**

К концу XX века лесной наукой было разработано множество формальных методов для определения объемов расчетных лесосек – например, в работах Н. Н. Свалова, В. В. Антанайтиса и В. В. Загребеева (Свалов, 1979; Антанайтис и др., 1981) описывается более 40 различных методов исчисления. Активные исследования в указанном направлении продолжают до сих пор (см., например, работы (Болотова, 2005; Владимиров и др., 2014 и др.)).

В ряде работ (Свалов, 1979; Болотова, 2004 и др.) отмечается, что среди всех известных методов нет ни одного достаточно универсального. Среди основных причин сложившейся ситуации указанными экспертами выделяются следующие:

- на практике недостаточно учитывается, что объекты регулирования лесопользования (т. е. лесные участки) могут иметь различную исходную возрастную и породную структуру насаждений, например: леса регулированные, относительно равномерно распределенные по возрасту; леса с дефицитом спелых древостоев, леса неурегулированные (природные);
- применяемые на практике методы расчета недостаточно учитывают динамику лесного фонда (т. е. то, что в процессе лесопользования возрастная и породная структура насаждений меняется);
- применяемые на практике методы расчета недостаточно учитывают происходящие процессы лесовосстановления и лесозаготовки, вероятные потери от пожаров, нападения лесных вредителей и пр.

Особенно остро недостатки применяемых на практике в России методов расчета объема пользования проявляются при пионерном освоении лесов, когда значительную часть аренды лесопромышленного предприятия занимают ценные малонарушенные лесные территории (Свалов, 1979; Ярошенко, 2014).

Для обеспечения сохранения ценных малонарушенных лесных территорий и постоянства лесопользования (неснижаемости его во времени) необходима выработка новых подходов к исчислению объемов пользования лесом, учитывающих естественную динамику лесов и соблюдающих принцип непрерывности пользования лесом на протяжении всего цикла его развития.

### **Оригинальные методы исследований**

Предваряя наш анализ, выделим защитные и эксплуатационные леса. Задачи сохранения биологического разнообразия, обеспечения водоохранных, защитных и других полезных свойств лесов в условиях лесничеств должны выполняться преимущественно за счет защитных лесов. Вопрос о необходимой площади таких лесов на территории соответствующих лесничеств является весьма актуальным, но выходит за рамки анализа.

Для эксплуатационных лесов в лесничествах должна применяться такая методика оценки расчетной лесосеки, которая гарантирует устойчивое (например, постоянное неснижаемое) обеспечение перерабатывающих предприятий лесного сектора необходимым древесным сырьем на протяжении заранее заданного промежутка времени.

Термин «непрерывное неистощительное лесопользование» в эксплуатационных лесах определяется как возможность использования лесных ресурсов с постоянной высокой эффективностью (при полноценной реализации естественных продуктивных сил леса) на протяжении заранее заданного промежутка времени (или бесконечно). При этом по окончании заданного промежутка времени лес не должен физически исчезнуть на занимаемых площадях, просто его возможности снабжать промышленность древесиной требуемого качества будут полностью исчерпаны. Очевидно, что чем короче планируемый период лесопользования, тем выше уровень использования лесных ресурсов. Такая логика указывает на два ограничения при оценке объемов «расчетной лесосеки». Во-первых, они относятся к заранее заданному *периоду лесопользования конечной продолжительности* и, во-вторых, они должны обеспечивать *постоянство максимально возможного изъятия* лесных ресурсов на этот период.

Мы предлагаем подход к определению расчетной лесосеки для эксплуатационных лесов основать на базе имитационной модели динамики возрастной структуры насаждений, учитывающей все возрастные классы – от начальных («молодняки») до старших («спелые леса»).

В отличие от применяемых ныне формул расчета лесосеки, основанных на мысленной модели истощения запасов перестойных, спелых, приспевающих и других насаждений через то или иное время, имитационная модель рассчитывает этот процесс во всех деталях относительно всех разновозрастных групп деревьев. По существу в числовой форме (виртуально, в недрах компьютера) воссоздается и прогнозируется история леса на протяжении любого отрезка времени. Вырубки рассматриваются как скачкообразное и территориально локализованное изменение возрастной структуры древостоя, а модель призвана рассчитать их последствия и дать возможность решать задачи расчета оптимальной величины «расчетной лесосеки» при задаваемых ограничениях на данной территории. Модель позволяет вычислять допускаемые объемы заготовки древесины (расчетной лесосеки) в эксплуатационных лесах с различной исходной возрастной структурой и различной интенсивностью

лесоиспользования.

#### Моделирование возрастной структуры насаждения

В отдельный момент времени древостой одного возраста занимает площадь  $a_{ij}$  ( $i$  – момент времени,  $j$  – возраст,  $a$  – площадь). В отдельный момент времени  $i$  возрастная структура насаждения представлена набором значений относительной площади древостоев разного возраста.

Сумма относительных площадей всех участков разновозрастных древостоев составляет единицу (вся площадь, занимаемая насаждением), т. е.:

$$\sum a_{ij} = 1. [1]$$

В следующий момент времени  $i + 1$  моделируется переход древостоев каждого возрастного класса в более старший  $a_{i+1, j+1} = a_{ij}$  – древостой на некоем участке на следующем временном шаге переходит в следующий возрастной класс. Шаг возрастной и временной шкалы в модели составляет один год.

В модели учитываются процессы естественного отмирания ( $s_{dj}$ ), нарушения из-за внешних (включая антропогенные) случайных воздействий ( $s_{aj}$ ), последствия рубок ( $s_{cj}$ ). Они задаются в форме коэффициентов выживания ( $s$  – survival;  $d$  – death,  $a$  – anthropogenic,  $c$  – cut). В зависимости от возраста ( $j$ ) эти коэффициенты могут меняться.

Значения коэффициентов, учитывающих процессы естественного отмирания ( $s_{dj}$ ) и нарушения из-за внешних случайных воздействий ( $s_{aj}$ ), выбираются по соответствующей специальной литературе и помещаются во встроенных базах данных при программной реализации данной имитационной модели.

Например, для древостоя сосны обыкновенной в возрасте 5 лет вероятность выживания составляет 100 %,  $s_{d5} = 1$ ; вероятность нарушения внешними случайными воздействиями составляет 5 % (а сохранения – 95 %;  $s_{a5} = 0,95$ ); вероятность быть вырубленным – нулевая ( $s_{c5} = 1$ ). Аналогичные цифры для 100 лет:  $s_{d100} = 1,00$ ;  $s_{a100} = 0,95$ ;  $s_{c100}$  – от 0 до 1.

Полная формула перехода древостоев каждого возрастного класса в более старший имеет вид:

$$a_{i+1, j+1} = s_{dj} \times s_{aj} \times s_{cj} \times a_{ij}$$

Значения **коэффициентов естественного отмирания ( $s_{dj}$ )** назначаются при программной реализации математической модели, исходя из данных о продолжительности жизни отдельных деревьев, древостоев в целом и данных о динамике прироста запасов древостоев на корню.

В справочнике (Общесоюзные..., 2014) имеются указания на то, что запас наиболее характерных для европейской части России лесообразующих хвойных пород (сосны и ели) постепенно увеличивается до возраста естественной спелости, затем начинает уменьшаться, в возрасте около 180 лет прирост становится практически нулевым. Известно (Спелость..., 2014), что возраст естественной спелости у деревьев сосны или ели наступает к 300–350 годам, а у их насаждений — к 200–250 годам. Из работ (Арефьев, 2014; Булыгин, 1991) также известно, что береза живет в среднем до 100–120 лет, осина – до 80–100 лет. В модели принято, что предельный возраст хвойных (сосна, ель) насаждений составляет 250 лет, березовых – 130 лет, осиновых – 100 лет.

С учетом изложенного для программной реализации имитационной модели были приняты параметры отмирания наиболее характерных для европейской части России лесообразующих пород деревьев (табл. 1).

Таблица 1. Параметры естественного вымирания основных лесообразующих пород деревьев

| Показатель                     | Порода     |        |
|--------------------------------|------------|--------|
|                                | сосна, ель | береза |
| Возраст начала вымирания, лет  | 180        | 90     |
| Возраст полного вымирания, лет | 250        | 130    |
| Уровень ежегодной гибели       | 0.05       | 0.08   |

Переводя вышеизложенные факты в используемые в модели единицы площади, приходим к следующим оценкам (для сосны): до возраста насаждений 180 лет естественной убыли площади древостоя не происходит ( $s_{d, 0-180} = 1$ ); начиная со 180 лет задается прогрессивное снижение площади на 5 % (сохранение – 95 %)  $s_{d, 180-249} = 0,95$ . К 249 годам доля перестойных древостоев снизится до 3 % от доли в 180 лет. Для возраста 250 лет принята убыль 100 % –  $s_{d, 250} = 0$ .

Значения **коэффициентов случайного отмирания ( $s_{dj}$ )** назначаются при программной

реализации имитационной модели, исходя из данных исследований случайной гибели древостоев разного возраста.

По некоторым данным (Forest..., 2013), за период 2004–2008 гг. в Финляндии серьезно пострадало 4.4 % лесных площадей, умеренно пострадало 23.9 %; принимаем оценку: 5 % отмирания (95 % сохранения) –  $s_{aj} = 0.95$ . В то же время проблема определения конкретных значений коэффициента случайного отмирания ( $s_{dj}$ ) является весьма актуальной (см., например, работы: Болотов и др., 2005; Болотова, 2002) и требует дополнительных исследований.

Определение величины **коэффициентов гибели от рубок ( $s_{cj}$ )** и составляет предмет модельного исследования. Они варьируются в модели с целью поиска оптимального варианта лесопользования. Эта технология рассмотрена ниже.

Исходя из формулы перехода древостоев в более старший возрастной класс на каждом  $i$ -м шаге, общие потери площадей древостоя составят

$$(a_{ij} - s_{dj} \times s_{aj} \times s_{cj} \times a_{ij})$$

Любые нарушения сплошного растительного покрова (вывалы и ветровалы, пожары и рубки) ведут к появлению территорий без деревьев, которые рассматриваются как пополнение площади (доли) древостоев нулевого возрастного класса ( $a_{i,0}$ ). Поскольку такие нарушения возможны на территории древостоя любого возраста, нулевой класс в следующий ( $i + 1$ ) момент времени сформирован суммой площадей с нарушенным древостоем по всем возрастным классам:

$$a_{i+1,0} = \sum (a_{ij} - s_{dj} \times s_{aj} \times s_{cj} \times a_{ij})$$

Результатом расчетов по модели является таблица из значений  $a_{ij}$  размером  $m \times k$ , где  $m$  – число шагов модели (продолжительность периода времени для прогноза);  $k$  – число возрастных классов. Набор этих значений можно анализировать, представлять в виде диаграмм и пр., а также использовать при настройке параметров функционирования при оценке возможностей неистощительного лесопользования.

#### Моделирование рубок насаждений

Вырубки представляют собой изъятие деревьев старших возрастных классов (в примере – старше 80 лет, т. е.  $j > 80$ ) и переход этих площадей в категорию нулевого возрастного класса. Однако вырубаться может только лес на корню, из площади которого уже вычли потери от действия внутренних и внешних факторов ( $s_{dj} \times s_{aj} \times a_{ij}$ ):

$$c_{i+1,j>80} = \sum (s_{dj} \times s_{aj} \times a_{ij} - s_{dj} \times s_{aj} \times s_{cj} \times a_{ij})$$

Зная запас древесины на 1 га для каждого возрастного класса ( $R_j$ ), несложно рассчитать объемы рубки древесины ( $v_{i+1}$ ) на каждом временном шаге модели:

$$v_{i+1} = \sum (R_j \times c_{i+1,j>80}) \cdot [6]$$

Запас древесины на 1 га для древостоев всех классов возраста при программной реализации модели определяется по количественным моделям хода роста соответствующих насаждений, построенным на основе общих таблиц хода роста нормальных древостоев (Общесоюзные..., 2014). Вместо таблиц (Общесоюзные..., 2014) могут использоваться таблицы, составленные научным коллективом под руководством профессора А. З. Швиденко (Швиденко и др., 2008), или другие аналогичные.

Поскольку в лесохозяйственных регламентах центральных лесничеств для хвойных пород используются две категории продуктивности: 1–3 и 4–5 классы бонитетов, а для лиственных – одна категория продуктивности, то для построения математических моделей хода роста значения из первоисточника (Общесоюзные..., 2014) усреднялись (см. пример в табл. 2).

К сожалению, указанные материалы (табл. 2) недостаточны для непосредственного моделирования хода роста соответствующих древостоев по двум причинам. Во-первых, они не дают представления о запасе в древостоях старше 160 лет, во-вторых, запас так называемого нормального древостоя существенно выше запаса реальных древостоев.

Например, для сосны 4–5-го классов бонитета нормальный запас в возрасте 100 лет составляет 186 кмб/га (табл. 2), а по лесохозяйственному регламенту Медвежьегорского центрального лесничества Республики Карелия (Лесохозяйственные..., 2014) для спелых и перестойных сосновых насаждений 4–5-го бонитета в эксплуатационных лесах – 154 кмб/га.



Таблица 2. Запасы стволовой древесины в нормальных древостоях, км/га

| Возраст, лет | Сосна    |           | Ель      |           | Береза   |
|--------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|              | 1-3 бон. | 4-5а бон. | 1-3 бон. | 4-5а бон. | 1-5 бон. |
| 10           | 28       |           | 19       | -         | 18       |
| 20           | 79       | 25        | 64       | -         | 51       |
| 30           | 137      | 44        | 135      | 21        | 88       |
| 40           | 202      | 68        | 226      | 36        | 123      |
| 50           | 266      | 92        | 326      | 56        | 155      |
| 60           | 320      | 116       | 426      | 79        | 182      |
| 70           | 367      | 137       | 521      | 103       | 204      |
| 80           | 405      | 156       | 604      | 128       | 222      |
| 90           | 439      | 172       | 675      | 152       | 237      |
| 100          | 466      | 186       | 735      | 175       | 249      |
| 110          | 486      | 197       | 783      | 195       | -        |
| 120          | 504      | 206       | 820      | 211       | -        |
| 130          | 520      | 215       | 852      | 225       | -        |
| 140          | 534      | 223       | 878      | 238       | -        |
| 150          | 547      | 230       | 901      | 249       | -        |
| 160          | 558      | 236       | 921      | 259       | -        |

По этим причинам данные из таблиц хода роста нормальных древостоев (Общесоюзные..., 2014) были преобразованы следующим образом.

Сначала по имеющимся исходным данным (табл. 2) были рассчитаны кривые изменения запасов древесины с возрастом; использованы уравнения полиномов 2-й степени вида:

$$R_n = a_0 + a_1 \times i + a_2 \times i^2, [7]$$

где  $a$  – коэффициенты полинома (табл. 3),  $i$  – возраст древостоя.

Таблица 3. Коэффициенты для кривых изменения запасов в нормальных древостоях

| Коэффициент | Сосна    |           | Ель      |           | Береза   |
|-------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|             | 1-3 бон. | 4-5а бон. | 1-3 бон. | 4-5а бон. | 1-5 бон. |
| $a_0$       | -56.4111 | -16.5509  | -120.995 | -12.9605  | -27.983  |
| $a_1$       | 7.589699 | 2.584391  | 8.631785 | 2.520494  | 6.15371  |
| $a_2$       | -0.02381 | -0.00616  | -0.02038 | -0.00589  | -0.0252  |

Полученные кривые изменения запаса позволили, в частности, рассчитать возможный запас нормального древостоя для возрастных групп старше 160 лет. Уравнения получены: для сосны и ели двух групп бонитетов (1-3 и 4-5а), для осины и березы всех классов бонитета; всего 6 уравнений.

Затем был введен поправочный коэффициент ( $K$ ) для расчета кривых изменения запасов древостоя с возрастом для условий каждого конкретного лесничества ( $R_{лi}$ ), исходя из простого соображения, что эта величина будет отличаться от запаса нормального древостоя ( $R_n$ ) на величину  $K$ :

$$K = R_{лi} / R_n, [8]$$

Поправочный коэффициент вычисляется, исходя из соотношения величины запаса древостоя, приведенной в лесохозяйственном регламенте для конкретного района, и величины запаса, рассчитанной по модели динамики запаса нормального древостоя.

Например, для насаждений сосны 4-5-го бонитета Медвежьегорского центрального лесничества Республики Карелия (Лесохозяйственные..., 2014) в возрасте 100 лет модель дает «нормальный» запас, равный

$$R_{н100} = -16.5509 + 2.584391 \times 100 - 0.00616 \times 100^2 = 180.3 \text{ км/га},$$

а в лесохозяйственном регламенте указана величина 154 км/га, следовательно, искомый коэффициент равен

$$K = R_{л100} / R_{н100} = 154 / 180.3 = 0.854248.$$

В дальнейшем этот и другие коэффициенты (табл. 4) используются для определения запасов сосновых древостоев 4-5-го бонитета эксплуатационных лесов Медвежьегорского центрального лесничества Республики Карелия (Лесохозяйственные..., 2014) любого возраста  $i$  по формуле:

$$R_{ли} = K \times R_{ни}. [9]$$

Таблица 4. Поправочные коэффициенты для Медвежьегорского центрального лесничества

| Коэффициент | Сосна    |           | Ель      |           | Береза   |
|-------------|----------|-----------|----------|-----------|----------|
|             | 1–3 бон. | 4–5а бон. | 1–3 бон. | 4–5а бон. | 1–5 бон. |
| <i>K</i>    | 0.637542 | 0.854248  | 0.585236 | 0.960368  | 0.8214   |

Аналогичным образом вычисляются поправочные коэффициенты для условий каждого конкретного лесничества. При программной реализации математической модели разработан соответствующий блок программы, рассчитывающий эти коэффициенты. От пользователя требуется ввести значения запаса на 1 га для спелых и перестойных древостоев, приведенного в лесохозяйственном регламенте данного региона, программа сравнивает введенное значение с табличными и рассчитывает необходимый поправочный коэффициент для всех возрастных групп.

#### *Оценка «расчетной лесосеки» неистощительного пользования*

При вычислении параметров «расчетной лесосеки», обеспечивающей непрерывное неистощительное лесопользование в эксплуатационных лесах, возможно рассматривать два варианта.

*Вариант I.* «Непрерывное неистощительное лесопользование» в эксплуатационных лесах можно понимать как ежегодное изъятие *максимально возможного объема древесины* на протяжении заданного числа лет путем ежегодной вырубki *территории одного и того же размера* (т. е. постоянство рубок по площади (Синицын и др., 1973)).

Этим постулируется, что площадь рубок на протяжении всего периода прогноза должна быть постоянной и максимально возможной; например, для спелых древостоев:

$$C_{i,j>80} = \text{const} \rightarrow \text{max. [10]}$$

При этом в зависимости от запасов разновозрастной древесины и закономерного изменения возрастного состава общий вырубаемый объем древесины (*v*) будет год от года варьировать.

*Вариант II.* «Непрерывное неистощительное лесопользование» в эксплуатационных лесах можно понимать как изъятие *максимально возможного и постоянного объема древесины* на протяжении заданного числа лет путем ежегодной вырубki *территории различных размеров* (т. е. постоянство рубок по объему древесины (Синицын и др., 1973)).

Этим постулируется, что площадь рубки на протяжении периода прогноза может варьировать, но общий вырубаемый объем древесины должен быть постоянным и максимально большим:

$$V_i = \text{const} \rightarrow \text{max. [11]}$$

В зависимости от запасов разновозрастной древесины и закономерного изменения возрастного состава год от года варьировать будет уже площадь рубок. Электронные компьютерные средства позволяют рассчитать не один, но множество сценариев, при которых объемы рубок могут варьировать. Каждый из сценариев будет иметь свой критерий реализации. Если критерий количественно определен, он вводится в процедуру оптимизации, которая подбирает такие параметры модели (объемы и/или площади рубок), чтобы заданный критерий был выполнен.

При этом могут быть решены три основных задачи.

1. Вычислить продолжительность периода времени, в течение которого можно постоянно изымать произвольно заданный объем древесины требуемого возраста (в гектарах площади необходимых рубок или в кубометрах необходимого объема заготовок); эта задача не ограничена никакими критериями и выполняется как простой расчет динамики древостоя при рубках той или иной интенсивности. Расчет останавливается, когда запасы древесины требуемого возраста будут полностью истощены; это и будет возможная продолжительность рубок. Обычная динамика возрастной структуры насаждения сводится к тому, что если принять завышенную расчетную лесосеку, вычисленную по известным формулам (Приказ..., 2014), то ресурсы спелых и перестойных древостоев заканчиваются через 35–50 лет (рис. 1).

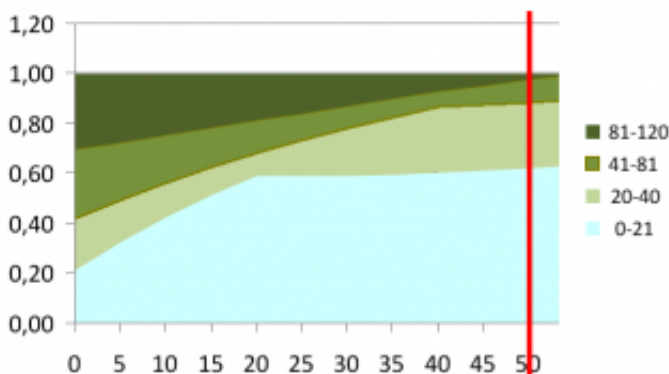


Рис. 1. Изменение соотношения площадей четырех возрастных групп насаждения при использовании завышенных размеров расчетной лесосеки. По оси ординат – доля площади данной группы от всей площади изучаемого района. По оси абсцисс – годы жизни древостоя. Красной чертой отмечена дата, после которой расчетная лесосека становится не обеспеченной лесными ресурсами

Fig. 1. Changes in the ratio of the areas of four age groups of the stand when using oversized allowable cut. The ordinate – part of the studied area occupied by a certain age group. The abscissa – years of life of the stand. Red line denotes the date after which the allowable cut is not provided by forest resources

2. Вычислить максимально возможную ежегодную площадь расчетной лесосеки, которая будет постоянно доступна для рубки в течение произвольно заданного периода времени. Обычная динамика возрастной структуры насаждения демонстрирует плавное снижение площади древостоев (например, спелых и перестойных), назначенных в рубку, вплоть до полного их сведения в последний год прогнозируемого периода (рис. 2).

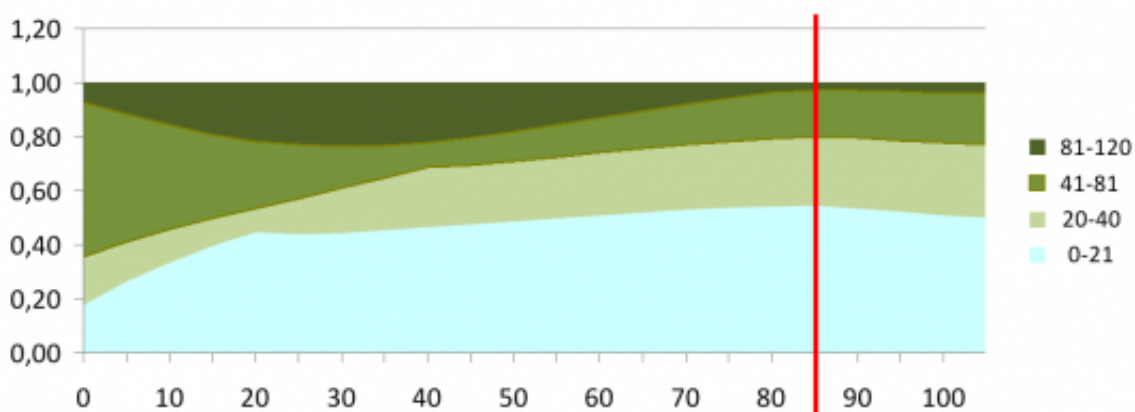


Рис. 2. Изменение соотношения площадей четырех возрастных групп насаждения при условии постоянства площади расчетной лесосеки «главного пользования» на 100 лет. По оси ординат – доля площади данной группы от всей площади изучаемого района. По оси абсцисс – годы жизни древостоя. Красной чертой отмечена дата, после которой расчетная лесосека становится не обеспеченной лесными ресурсами

Fig. 2. Changes in the ratio of the areas of four age groups of the stand provided that the area of the allowable cut of «principal use» is constant for 100 years. The ordinate – part of the studied area occupied by the certain age group. The abscissa – years of life of the stand. Red line denotes the date after which allowable cut is not provided by forest resources

3. Вычислить площадь расчетной лесосеки, вырубка которой будет обеспечивать ежегодно максимально возможный и постоянный объем древесины в течение произвольно заданного периода

времени (без варьирования объемов и перерывов в лесодобыче в указанный период). Обычная динамика выглядит вначале как постепенное возрастание площадей рубок (по мере вырубания более продуктивных старших возрастных групп и замене их менее продуктивными младшими) и последующая стабилизация площадей рубок, когда старшие древостои будут в основном сведены (рис. 3, 4).

Отличие от предыдущего варианта состоит в том, что при изменении возрастного состава и, следовательно, запасов на корню для обеспечения заготовок заданного объема древесины в разные годы потребуются вырубать разные площади.

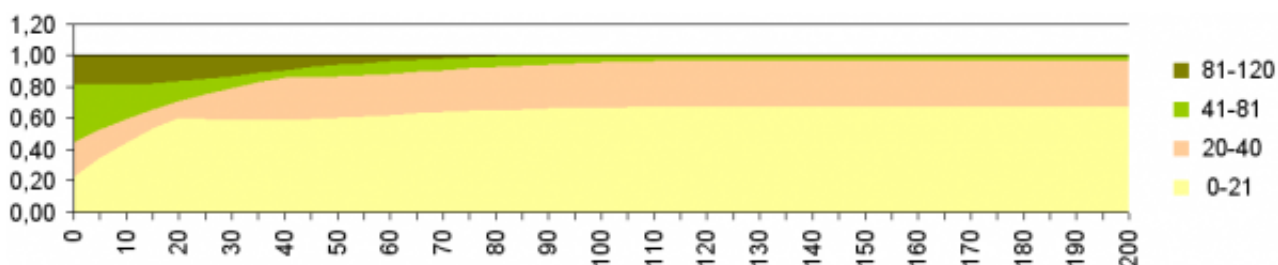


Рис. 3. Изменение соотношения площадей четырех возрастных групп насаждения при условии понижения возраста рубки и постоянства объемов заготовки древесины на 200 лет. По оси ординат – доля площади данной группы от всей площади изучаемого района. По оси абсцисс – годы жизни древостоя

Fig. 3. Changes in the ratio of the areas of four age groups of the stand under the condition of reduced cutting age and constant harvesting volumes for 200 years. The ordinate – part of the studied area occupied by a certain age group. Abscissa – years of life of the stand.

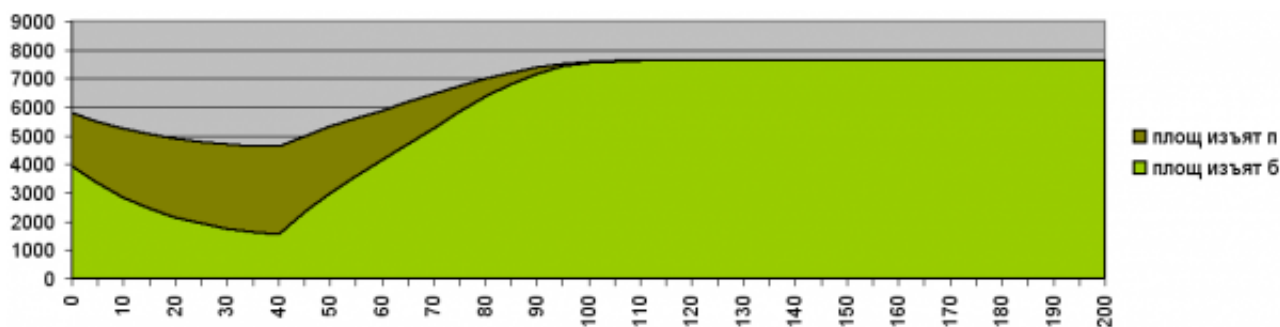


Рис. 4. Изменение соотношения площадей рубок «старших», «п» (спелых), и «младших», «б», возрастных групп в насаждении при условии понижения возраста рубки и постоянства объемов заготовки древесины на 200 лет. По оси ординат – доля площади данной группы от всей площади изучаемого района. По оси абсцисс – годы жизни древостоя

Fig. 4. Changes in the ratio of the cutting areas of «senior», «п» (mature) and «junior», «б» age groups of the stand under the condition of reduced cutting age and constant harvesting volumes for 200 years. The ordinate – part of the studied area occupied by a certain age group. The abscissa – years of life of the stand.

Программная реализация разработанных моделей осуществлялась в двух программных средах.  
*Среда Excel*

Построение модели возрастной структуры насаждения и проверку ее работоспособности проводили в среде пакета MS Excel. За основу была взята технология *табличного программирования*, при котором на листе Excel строится имитационная система, открывающая возможность настройки модельных параметров встроенными методами оптимизации пакета (Коросов, 2002).

При этой технологии сама модель (матрица возрастной структуры) строится на листе Excel как набор множества стереотипных формул, вычисляющих переход разновозрастной группы во все более старшие возрастные классы с учетом потерь от различных факторов (отмирания, нарушения, рубки).

Модель настраивалась с помощью встроенного макроса процедуры оптимизации «Поиск решения». В такой форме модель имеет прозрачную структуру и средства иллюстрации и доступна для предметного обсуждения специалистами разных профилей (рис. 5).

Помимо отмеченных преимуществ, наглядности и прозрачности, модель, реализованная в среде Excel, обладает отрицательным качеством – крайней громоздкостью; в таком виде она не годится для программирования на алгоритмических языках.

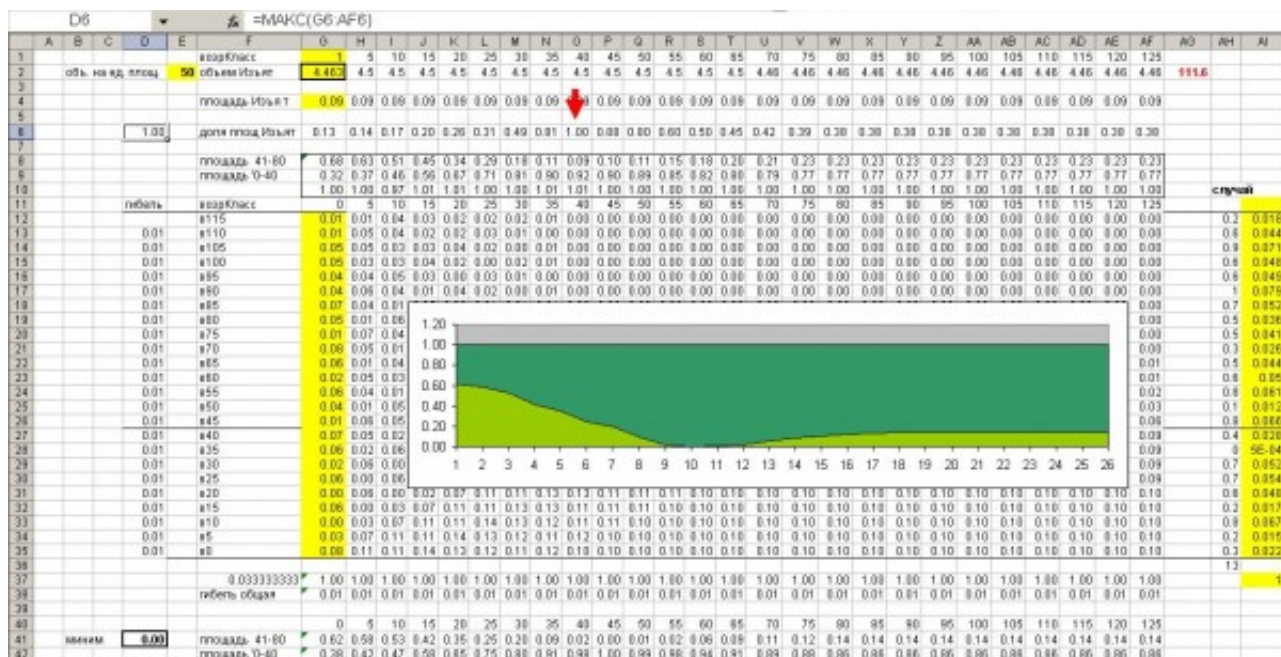


Рис. 5. Общий вид имитационной модели в среде Excel

Fig. 5. General view of the simulation model in Excel

#### Среда JavaScript

Для практической апробации и широкого обсуждения предлагаемого авторами подхода и моделей была разработана компьютерная программа на языке JavaScript (JavaScript..., 2014). Программная реализация модели на языке JavaScript в целом копирует структуру модели, созданной в среде Excel. При отладке программы на JavaScript использовались результаты моделирования в среде Excel.

Достоинством JavaScript является возможность создания общедоступной через сеть Интернет программы с удобным для пользователей интерфейсом ввода-вывода данных. Программа на JavaScript может работать на компьютере с любой операционной системой, в среде web-браузера, в котором включена обработка javascript-сценариев (по умолчанию она включена).

Разработанная программа на JavaScript (рис. 6) размещена в тестовом режиме в сети Интернет по адресу: <http://hcvf.ru/lesoseka/> (вкладка «Новый метод расчета лесосеки») и может быть перенесена на другой адрес. Здесь же размещена краткая справка по самой программе. Программа работает во всех современных web-браузерах (Firefox, Opera, Chrome, Safari, Yandex, Internet Explorer).

Добавить группу возраста

| От | До  | Площадь, га | Примечание           |
|----|-----|-------------|----------------------|
| 0  | 40  | 100         | молодняки            |
| 41 | 60  | 200         | средневозрастные     |
| 61 | 80  | 300         | приспевающие         |
| 81 | 100 | 400         | спелые и перестойные |

Общая площадь, га: 1000  
 Эксплуатационная площадь, га: 400  
 Доля возможных потерь площадей (по умолчанию): 0.01

| Шаг моделирования возраста, год | v0    | v1    | v2    | v3    | v4    | v5    | v6    | v7    | v8    | v9    | v10   | v11   | v12   | v13   | v14   | v15   | v16   | v17   | v18   | v19   | v20   |
|---------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| Доля возможных потерь площадей  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  | 0.01  |
| Доля от общей площади           | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 | 0.002 |

Возраст начала рубки древостоев, лет: 81  
 Запас древесины на 1 га, м³: 200  
 Общий запас древесины на эксплуатационной площади, м³: 80000

выберите режим модели  
 выберите режим модели  
 прогноз продолжительности пользования  
 расчет объема пользования

Рис. 6. Фрагмент интерфейса программы для исчисления объема пользования лесом на основе предлагаемого подхода

Fig. 6. Fragment of the interface for the calculation of the volume of forest utilization on the basis of the proposed approach

Разработанная на языке JavaScript программа предназначена для вычисления параметров расчетной лесосеки в спелых и перестойных лесах, обеспечивающей непрерывное неистощительное лесопользование в эксплуатационных лесах. При вычислении используются открытые исходные данные из лесохозяйственных регламентов центральных лесничеств и лесных планов субъектов РФ: площади древостоев различных классов возраста, запас на 1 га в спелых и перестойных древостоях, возраст рубки спелых и перестойных насаждений.

Математическое моделирование хода роста и изменения запаса соответствующих насаждений (см. формулы [6–9]) здесь не применяется, в соответствии с предназначением программы.

Программа позволяет моделировать изменения соотношения площадей возрастных групп насаждения монопородного состава и вычислять на этой основе объемы или площади изъятия лесных ресурсов (параметры расчетной лесосеки) при сплошных рубках, обеспечивающие непрерывное неистощительное лесопользование в спелых эксплуатационных лесах на протяжении всего периода прогноза. Программа обеспечивает моделирование результатов постепенных и выборочных рубок в спелых эксплуатационных лесах.

Для моделирования постепенных (выборочных) рубок исчисление требуемой площади расчетной лесосеки производится путем деления общего запаса древесины, намеченного к изъятию при рубках в соответствующем насаждении, на соответствующий средний запас древесины на гектаре в спелых и перестойных древостоях. Если известна только площадь постепенных (выборочных) рубок, то вычисление общего запаса, намеченного к изъятию, производится путем умножения этой площади на средний запас древесины на гектаре с учетом среднего процента выборки от общего запаса (также приводится в лесохозяйственных регламентах).

Программа может работать в двух режимах:

- «прогноз продолжительности пользования» – прогноз продолжительности пользования спелыми и перестойными древостоями при заранее известном ежегодном объеме их рубки. При выборе этого режима необходимо дополнительно задать планируемый ежегодный объем рубки леса и продолжительность периода прогноза;
- «расчет объема пользования» – расчет объема равномерного пользования спелыми и перестойными древостоями на период прогноза. При выборе этого режима необходимо дополнительно задать продолжительность периода прогноза (желаемое количество лет



пользования).

Результаты расчетов в режиме «прогноз продолжительности пользования» выводятся в виде таблицы и графика динамики долей от общей площади всех возрастных групп. Продолжительность пользования лесом при заранее известном ежегодном объеме их рубки указывается на графике.

Результаты расчетов в режиме «расчет объема пользования» выводятся в виде таблицы и графика динамики долей от общей площади всех возрастных групп. Также указывается ежегодный расчетный объем равномерного пользования лесом (т. е. рубки леса) на период прогноза.

## Обсуждение

Согласно лесохозяйственному регламенту Пудожского центрального лесничества Республики Карелия (Лесохозяйственные регламенты..., 2014), площадь сосняков 1–3-го классов бонитета составляет 54575 га, в т. ч.: молодняки – 14752 га; средневозрастные – 6559 га; приспевающие – 12435 га; спелые и перестойные насаждения – 20829 га. Средний запас на 1 га в спелых и перестойных насаждениях – 276 куб. м. Рекомендуемая расчетная лесосека – «интегральная», 618 га/год.

Расчет на период 100 лет с помощью разработанной программы показал следующее:

- ежегодная заготовка в объеме 170 тыс. куб. м древесины («интегральная» расчетная лесосека, 618 га/год) возможна на прогнозируемый период. Изменение соотношения групп возраста представлено на рис. 7;

- максимально возможный ежегодный объем заготовки древесины на прогнозируемый период составляет 183 тыс. куб. м (т. е. примерно 666 га/год). При этом важно понимать, что к концу прогнозируемого периода спелые и перестойные насаждения будут полностью вырублены (рис. 8).

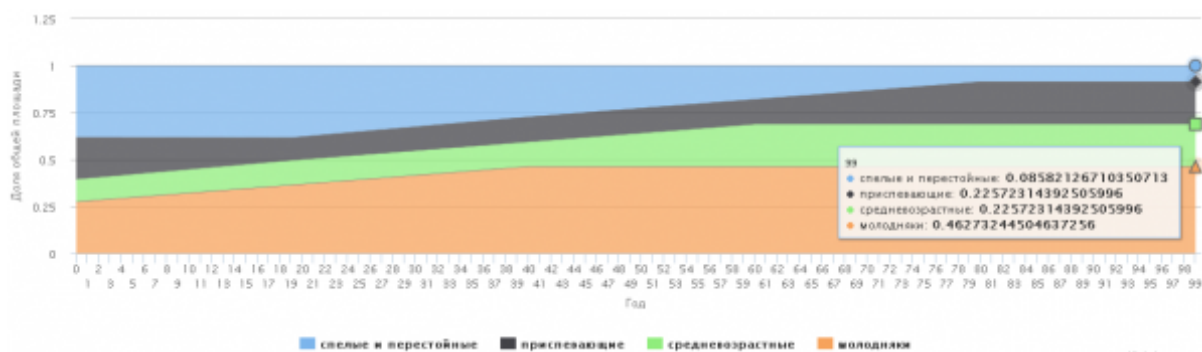


Рис. 7. Динамика соотношения древостоев различных групп возраста при ежегодной заготовке 170 тыс. куб. м древесины (618 га/год) в сосняках 1–3-го бонитета Пудожского центрального лесничества Карелии (отображение результатов расчетов по программе в окне браузера)

Fig. 7. Dynamics of the ratio of different age group stands when harvesting annually 170 thousand cu. meters of timber (618 ha / year) in pine forests of 1–3 yield class in Pudozhsky central forestry of Karelia (the results of computing using the program are displayed in browser)

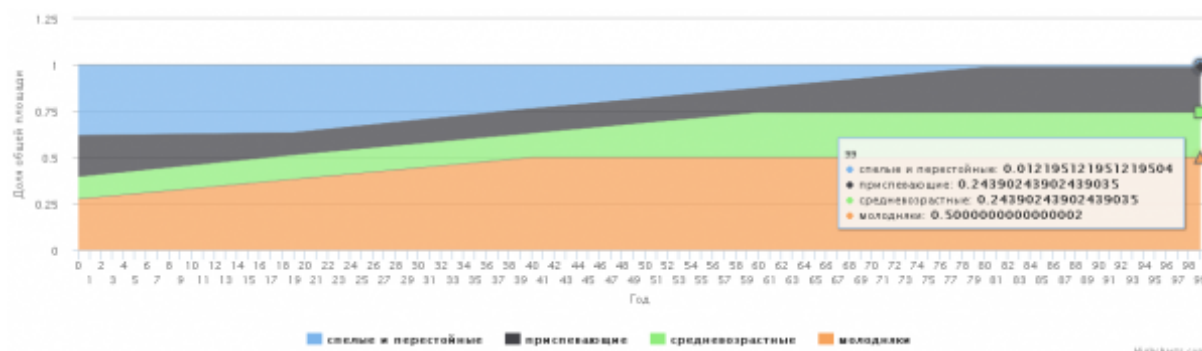


Рис. 8. Динамика соотношения древостоев различных групп возраста при ежегодной заготовке 183 тыс. куб. м древесины (666 га/год) в сосняках 1–3-го бонитета Пудожского центрального лесничества Карелии (отображение результатов расчетов по программе в окне браузера)

Fig. 8. Dynamics of the ratio of different age group stands when harvesting annually 183 thousand cu. meters of timber (666 ha / year) in pine forests of 1–3 yield class in Pudozhsky central forestry of Karelia (the results of computing using the program are displayed in browser)

Таким образом, для рассмотренного примера рекомендуемая по лесохозяйственному регламенту «интегральная» расчетная лесосека в размере 618 га/год может считаться приемлемой на весь период прогноза (100 лет). Если ставить задачу максимально использовать (т. е. полностью вырубить) спелые и перестойные сосняки в течение 100 лет, то ежегодный объем пользования можно увеличить до 183 тыс. куб. м (666 га/год).

Заметим, что данная рекомендация в целом соответствует цифрам так называемой лесосеки равномерного пользования (674 га/год) и второй возрастной лесосеки (664 га/год), указанных в лесохозяйственном регламенте Пудожского центрального лесничества Республики Карелия (Лесохозяйственные..., 2014).

Аналогичные вычисления легко могут быть выполнены заинтересованными экспертами с помощью разработанной программы, на основе открытых исходных данных из лесохозяйственных регламентов центральных лесничеств и лесных планов субъектов РФ.

## Заключение или выводы

Авторами предлагается новый подход к определению расчетной лесосеки для спелых и перестойных эксплуатационных лесов и разработанные на его основе компьютерные программы, которые позволяют вычислять параметры расчетной лесосеки, обеспечивающей непрерывное неистощительное лесопользование в этих лесах, на протяжении заданного числа лет.

В отличие от применяемых ныне формул для исчисления расчетной лесосеки, основанных на мысленной модели истощения запасов перестойных, спелых, приспевающих и других насаждений через то или иное время, с помощью предлагаемого подхода можно количественно воспроизвести этот процесс во всех деталях относительно всех разновозрастных групп деревьев. Модельное представление обеспечивает значительно большую универсальность, чем формальное, поскольку, во-первых, позволяет рассчитывать любые характеристики изучаемого процесса, а не только те, что позволяют применяемые формулы, во-вторых, параметры модели могут быть с помощью специальных процедур подстроены под реальные данные, что позволит давать гораздо более реалистичные прогнозы результатов лесопользования.

Опыт разработки предлагаемого подхода и программ на его основе подсказывает следующие основные направления дальнейших исследований:

1. Следует детализировать уже разработанные модели и программы:

а) учесть в модели все типы рубок – сплошные, постепенные, выборочные и рубки ухода, а также



связанные с ними эффекты изменения продуктивности, породного состава и запаса насаждения (сейчас учитываются только рубки сплошные, менее точно – постепенные и выборочные);

**б)** увеличить перечень пород деревьев (и соответствующих им баз данных с характеристиками), для которых может быть выполнена оценка расчетной лесосеки (сейчас охвачено 4 породы);

**в)** учесть в модели эффекты «накопления» запасов спелых и перестойных насаждений при эксплуатации насаждений, ранее истощенных рубками (т. е. имеющих на начальном этапе моделирования дефицит спелых и приспевающих древостоев, при избытке молодняков).

**2.** Выйти на моделирование территориального аспекта лесозаготовок:

**а)** с использованием ГИС-технологий построить модель пространственно-временной динамики насаждений для целей распределения площадей рубок по территории, проектирования сети дорог и других необходимых лесохозяйственных мероприятий;

**б)** с использованием ГИС-технологий построить модель распределения площадей рубок по территории с учетом транспортной и экономической доступности лесов, а также других природных и производственных факторов (в настоящее время пространственный фактор не учитывается);

**в)** создать программу автоматического проектирования (оптимизации) сети лесных дорог на основе прогнозируемых объемов (площадей) изъятия лесных ресурсов в долгосрочной перспективе (результаты подобных разработок уже опубликованы – (Болотов и др., 2005; Владимирови др., 2014 и др.)).

В заключение следует отметить, что проблема расчета неистощительного объема пользования лесом имеет особое значение для лесных предприятий, сертифицированных или сертифицируемых по системе FSC (поскольку наличие сертификата FSC подразумевает соблюдение предприятием не только норм и требований действующего законодательства, но и принципов, критериев и требований национального стандарта FSC).

Предлагаемый новый подход рекомендуется для апробации в условиях указанных предприятий. При этом важно учесть, что в связи с внедрением лесной сертификации не все эксплуатационные леса могут использоваться в полном объеме. В эксплуатационных лесах таких предприятий возможно исключение из расчета лесопользования так называемых лесов высокой природоохранной ценности, репрезентативных участков лесных экосистем, не исключенных из расчета лесопользования законодательно.

По результатам апробации возможны дальнейшие усовершенствования предлагаемого подхода, а также выпуск инструкций и рекомендаций, облегчающих практическую работу по вычислению необходимых показателей.

## Библиография

Антанайтис В. В., Загребев В. В. Прирост леса [Forest growth]. М.: Лесн. пром-сть, 1981. 200 с.

Арефьев С. П. О максимальном возрасте деревьев на территории Тюменской области [On the maximum age of trees on the territory of Tyumen region] // Путь в Сибирь. URL: <http://library.ikz.ru/georg-steller/aus-sibirien-2013-2009/arefev-s.-p.-o-maksimalnom-vozhraсте-derevev-na> (дата обращения: 13.05.2014).

Болотов О. В., Ельдештейн Ю. М., Болотова А. С. и др. Основы расчета и планирования устойчивого управления лесами и лесопользованием: монография [Bases of calculating and planning of sustainable forest management and forest use: monograph]. Красноярск: СибГТУ, 2005. 181 с.

Болотова А. С. Определение расчетной лесосеки на основе моделирования динамики лесного фонда: [Determination of allowable cut on the basis of simulation of forest fund dynamic] Автореф. дисс. ... канд. с.-х. наук. Красноярск, 2002. 24 с. // disserCat – электронная библиотека диссертаций. URL: <http://www.dissercat.com/content/opredelenie-raschetnoi-lesoseki-na-osnove-modelirovaniya-dinamiki-lesnogo-fonda> (дата обращения: 22.07.2014).

Болотова А. С. К методике определения расчетной лесосеки [On methods of determining allowable cut] // Web-сайт Брянской государственной инженерно-технологической академии (БГИТА). URL: [http://science-bsea.bgita.ru/2004/les\\_2004/bolotova\\_metodika.htm](http://science-bsea.bgita.ru/2004/les_2004/bolotova_metodika.htm) (дата обращения: 22.07.2014).

Булыгин Н. Е. Дендрология: учебник для высш. учеб. заведений [Dendrology: textbook for higher

Коросов А. В. , Родионов А. В. , Голубев В. Е. , Зародов А. Ю. , Марковский А. В. О разработке нового подхода для исчисления параметров расчетной лесосеки неистощительного пользования // Принципы экологии. 2014. № 2. С. 4–20. DOI: 10.15393/j1.art.2014.3583

---

education]. Л.: Агропромиздат, Ленингр. отд-ние, 1991. 352 с.

Владимиров И. Н., Попова А. К. Моделирование пространственно-временной динамики лесных ресурсов с использованием интеллектуальной ГИС [Modeling spatio-temporal dynamics of forest resources by means of knowledge-based GIS] // Академическое издательство «ГЕО». URL: <http://www.izdatgeo.ru/pdf/gipr/2009-1/26.pdf> (дата обращения: 22.07.2014).

Загадки расчетной лесосеки: рубим мало? [Mysteries of the annual allowable cut: cutting too little?] // Forest.ru – Все о российских лесах. URL: <http://old.forest.ru/rus/problems/myths/lesoseka.html> (дата обращения: 22.07.2014).

Коросов А. В. Имитационное моделирование в среде MS Excel (на примерах из экологии) [Simulation modeling in MS Excel environment (with examples from ecology)]. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2002. 212 с.

Лесохозяйственные регламенты центральных лесничеств Карелии на 2012–2021 гг. [Forest management regulations of the central forestries of Karelia for 2012–2021] // Официальный интернет-портал Республики Карелия «Карелия официальная». URL: [http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/lh\\_regl21.html](http://gov.karelia.ru/gov/Power/Committee/Forest/lh_regl21.html) (дата обращения: 13.05.2014).

Общесоюзные нормативы для таксации лесов (утв. Приказом Госкомлеса СССР от 28.02.1989 г. № 38) [Union-wide standards for forest inventory (approved by Order of State Forest Committee of the USSR from 28.02.1989, N 38)] // Консультант Плюс. URL: <http://base.consultant.ru/cons/cgi/online.cgi?req=doc;base=ESU;n=15893> (дата обращения: 13.05.2014).

Отчет о научно-исследовательской работе по государственному контракту от 30.06.2011 г. № р-6к-11/4 Лот 4 «Разработка технологии повышения эффективности организации лесного хозяйства на основе системы рубок ухода за лесом» (фрагмент) [Research record on the state contract from 30.06.2011 N p-6k-11/4 Lot 4 «Developing technology of improving effectiveness of forestry organization on the basis of forest thinning system» (fragment)] // ФБУ «СПбНИИЛХ». URL: <http://www.spb-niilh.ru/pdf/Prilozhenie1.pdf> (дата обращения: 22.07.2014).

Приказ Федерального агентства лесного хозяйства (Рослесхоз) от 27.05.2011 г. № 191 «Об утверждении Порядка исчисления расчетной лесосеки» (зарегистрирован в Минюсте РФ 06.07.2011 г. № 21276) [Order of Federal Forestry Agency (Rosleskhoz) from 27.05.2011 N 191 «On approval of the Procedure for calculating the annual allowable cut» (registered in Minyust RF 06.07.2011, N 21276)] // Интернет-портал «Российской Газеты». URL: <http://www.rg.ru/2011/07/07/lesoseka-site-dok.html> (дата обращения: 13.05.2014).

Свалов Н. Н. Моделирование производительности древостоев и теория лесопользования [Modeling productivity of forest stands and the theory of forest use]. М.: Лесн. пром-сть, 1979. 216 с.

Синицын С. Г., Моисеев Н. А., Загребев В. В. и др. Расчет размера лесопользования [Calculation of amount of forest use]. М.: Лесн. пром-сть, 1973. 176 с.

Спелость леса [Maturity of forests] // Яндекс словари. URL: [http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Спелость леса/](http://slovari.yandex.ru/~книги/БСЭ/Спелость_леса/) (дата обращения: 13.05.2014).

Что такое расчетная лесосека, и обеспечивает ли она неистощительное лесопользование? [What is the allowable cut, and does it provide the sustainable forest use?] // Wood.ru – Первый лесопромышленный портал. URL: <http://www.wood.ru/ru/loa298.html> (дата обращения: 22.07.2014).

Швиденко А. З., Щепашенко Д. Г., Нильссон С., Булуй Ю. И. Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) [Tables and models of growth and productivity of forests of major forest forming species of Northern Eurasia (standard and reference materials)]. М.: Федеральное агентство лесного хозяйства, 2008. 886 с.

Коросов А. В. , Родионов А. В. , Голубев В. Е. , Зародов А. Ю. , Марковский А. В. О разработке нового подхода для исчисления параметров расчетной лесосеки неистощительного пользования // Принципы экологии. 2014. № 2. С. 4–20. DOI: 10.15393/j1.art.2014.3583

---

Ярошенко А. Ю. К вопросу об определении объемов неистощительного лесопользования [On the determination of volume of sustainable forest use] // Лесной форум Гринпис России. URL: <http://www.forestforum.ru/viewtopic.php?p=94107> (дата обращения: 22.07.2014).

JavaScript // Википедия – свободная энциклопедия. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/JavaScript> (дата обращения: 13.05.2014).

Forest Finland in Brief 2013 / ed. Yrjö Sevola; Finnish Forest Research Institute, METLA. Vantaa: Kopijyvä, 2013. 48 p.

## **Благодарности**

Исследование выполнено при поддержке проекта WWF и IKEA «Содействие устойчивому лесопользованию в России на основе сотрудничества со всеми заинтересованными сторонами в сферах государственного управления, бизнеса и образования».

Авторы благодарят координатора проектов по лесам высокой природоохранной ценности WWF России Кобякова Константина Николаевича за инициирование размышлений по проблемам исчисления параметров расчетной лесосеки неистощительного пользования и активное участие в обсуждении полученных результатов.

Авторы будут признательны за любые комментарии и замечания по существу разработанного подхода.

## On the development of a new approach to calculating parameters of the annual allowable cut for sustainable forest management

**KOROSOV**  
**Andrey**

NGO «SPOK», korosov@mail.ru

**RODIONOV**  
**Andrey**

NGO «SPOK», andrey.rodionov@mail.ru

**GOLUBEV**  
**Vladimir**

NGO «SPOK», veg-cbk@mail.ru

**ZARODOV**  
**Alexander**

NGO «SPOK», x-booster@mail.ru

**MARKOVSKY**  
**Alexander**

NGO «SPOK», markovsky.a@gmail.com

### Keywords:

allowable cut  
exploitable forests  
sustainable forest management  
new approach

### Summary:

A new approach to calculating parameters of the annual allowable cut for sustainable forest management in mature and over-mature exploitable forests and computer-based programs, developed on its base that allows to calculate the parameters of the annual allowable cut for sustainable forest management in these forests for a predetermined number of years are presented. The proposed approach is based on the simulation model of the age structure dynamics of the stand – from initial age classes of ("sapling stands ") to older ones ("mature stands"). The advantage of the proposed approach is that the procedure and the results of simulation are independent of any predefined formulas for calculating the allowable cut, thus it can be used to calculate allowable cut for exploitable forests with a variable initial age structure and intensity of forest management. Unlike currently applied formulas of the annual allowable cut, based on the thought model of the depletion of over-mature, mature, ripening and other stands in certain time, the simulation model enables to calculate in detail the process for all different age groups of trees. In fact, the entire age structure of the stand is reconstructed in numerical form (virtually, within the computer) for any chosen period of time. Cuttings are considered as abrupt and territorially localized changes in the stand age structure, and the model aims to compute their consequences, as well as to solve the problem of calculating the optimal allowable cut under the restrictions in a given area.

The proposed new approach is considered by the example of clear-cutting of mature and over-mature stands in the Republic of Karelia

### References



УДК 574.3

## **Влияние антропогенной трансформации лесных экосистем Восточной Фенноскандии на популяции малой и средней бурозубок**

**ИВАНТЕР**  
**Эрнест Викторович**

Петрозаводский государственный университет,  
[ivanter@petrsu.ru](mailto:ivanter@petrsu.ru)

**КУРХИНЕН**  
**Юрий Павлович**

University of Helsinki, [kurhinenj@gmail.com](mailto:kurhinenj@gmail.com)

### **Ключевые слова:**

экосистема  
вырубки  
устойчивость популяций  
антропогенный ландшафт

### **Аннотация:**

Согласно многолетним (1965–2013 гг.) стационарным и экспедиционным исследованиям в Восточной Фенноскандии, разные виды землероек-бурозубок по-разному реагируют на сплошные рубки и формирование трансформированного антропогенного ландшафта. Доминирующий вид (обыкновенная бурозубка) увеличивает в этих условиях численность, однако население его становится нестабильным и численность резко колеблется по годам и сезонам (Курхинен и др., 2006), второстепенные же виды – малая и средняя бурозубки реагируют на рубки иначе. Первая несколько снижает численность, особенно в сильно трансформированных местообитаниях, но в целом ее популяции приобретают необходимую стабильность и устойчивость, тогда как на среднюю бурозубку массовые рубки воздействуют в целом отрицательно, и тем не менее она регулярно встречается в формирующихся после сведения коренных древостоев молодых хвойных насаждениях.

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Получена: 07 ноября 2014 года

Опубликована: 06 декабря 2014 года

### **Введение**

Проблема экологических последствий массовых рубок лесов не теряет своей актуальности вот уже более века. Как составление точных прогнозов, так и поиски путей компенсации самих разрушительных процессов антропогенной трансформации лесных ландшафтов в значительной мере тормозятся почти полным отсутствием специальных исследований, выполненных на отдельных наиболее характерных представителях лесных фаунистических комплексов. Настоящее сообщение имеет целью хотя бы отчасти восполнить этот пробел на примере двух широко распространенных в лесных ландшафтах Восточной Фенноскандии фоновых видов мелких млекопитающих – малой и средней землероек-бурозубок (*Sorex minutus* L. и *S. caecutien* Laxm.).

### **Материалы**

В основе настоящего сообщения лежит материал, полученный в процессе многолетних (1965–2013 гг.) стационарных и экспедиционных исследований, охвативших всю территорию Восточной

Финноскандии – от Кольского п-ова и Финляндии до Карелии и Карельского перешейка Ленинградской области.

## Методы

Масштабы работы, как и методы сбора и обработки полученных данных, подробно описаны в наших предыдущих публикациях (Ивантер, 1975; Ивантер, Макаров, 2001; Курхинен и др., 2006), что освобождает нас от необходимости еще раз останавливаться на этом вопросе.

## Результаты

Как следует из проведенных исследований, **малая бурозубка** – широко распространенный, но относительно немногочисленный в изученном регионе вид. При этом она демонстрирует несколько иную, чем другие бурозубки, реакцию на сплошную рубку леса (таблица). Относительная численность малой бурозубки на свежих вырубках и молодняках увеличивается по сравнению с контролем в 1,5–2 раза. Особенно высокие показатели учета и индексы доминирования зафиксированы во вторичных смешанных насаждениях (50–70 лет), в семенных куртинах сосны и на лесных опушках. Тем не менее средняя многолетняя численность малой бурозубки в крупных массивах старовозрастных сосняков в 1,8 раза выше, чем в трансформированных рубками ландшафтах. Однако в трансформированных местообитаниях численность этого вида стабильнее: коэффициент вариации численности по годам значительно ниже, чем в незатронутых рубками массивах лесов, соответственно 120 и 140 %. О приуроченности малой бурозубки в Карелии к лиственному мелколесью сообщил Э. В. Ивантер (1975).

Таблица. Изменения численности и соотношения видов землероек-бурозубок в коренных и трансформированных рубками биотопах

| Биотоп                        | Обыкновенная бурозубка |    |     | Средняя бурозубка |     |     | Малая бурозубка |     |     |
|-------------------------------|------------------------|----|-----|-------------------|-----|-----|-----------------|-----|-----|
|                               | I                      | II | III | I                 | II  | III | I               | II  | III |
| Учеты ловушко-линиями         |                        |    |     |                   |     |     |                 |     |     |
| Сосняки зеленомошные, спелые  | 1.7                    | 35 | 93  | 0.06              | 1.0 | 3,5 | 0.06            | 1.0 | 3.5 |
| Ельники зеленомошные, спелые  | 1.6                    | 34 | 91  | 0.08              | 1,2 | 4,5 | 0.08            | 1.2 | 4.5 |
| Открытые вырубки              | 3.7                    | 41 | 97  | 0.01              | 0.1 | 0,4 | 0.1             | 1.1 | 2.6 |
| Молодняки 6–20 лет            | 2.8                    | 39 | 95  | 0.04              | 0,6 | 1   | 0.12            | 1.5 | 4.0 |
| 21–40 лет                     | 0.6                    | 23 | 82  | 0.1               | 4.0 | 14  | 0.03            | 1.0 | 4.0 |
| Вторичные древостои 50–80 лет | 2.2                    | 46 | 94  | 0.03              | 0.4 | 2   | 0.1             | 3.0 | 4.0 |
| Семенные куртины              | 1.6                    | 38 | 94  | –                 | –   | –   | 0.1             | 2.0 | 6.0 |
| Недорубы                      | 2.8                    | 39 | 100 | –                 | –   | –   | –               | –   | –   |
| Экотоны (лес-вырубка)         | 3.0                    | 26 | 94  | 0.1               | 1.0 | 3   | 0.1             | 1.0 | 3.0 |
| Учеты ловчими канавками       |                        |    |     |                   |     |     |                 |     |     |
| Сосняки зеленомошные, спелые  | 2.1                    | 36 | 74  | 0.1               | 2   | 5   | 0.6             | 12  | 21  |
| Ельники зеленомошные, спелые  | 2.0                    | 53 | 71  | 0.5               | 13  | 18  | 0.3             | 7   | 11  |
| Открытые вырубки              | 2.1                    | 47 | 84  | –                 | –   | –   | 0.4             | 9   | 16  |
| Молодняки 6–20 лет            | 2.9                    | 64 | 88  | 0.1               | 1   | 3   | 0.3             | 7   | 9   |
| 20–30 лет (смешанные)         | 1.7                    | 39 | 96  | 0.03              | 3   | 2   | 0.03            | 3   | 2   |
| 20–40 лет (хвойные)           | –                      | –  | –   | 0.5               | 50  | 50  | 0.5             | 50  | 50  |
| Вторичные древостой 50–80 лет | 1.1                    | 24 | 46  | 0.2               | 4   | 8   | 1.1             | 24  | 46  |
| Семенные куртины              | 2.1                    | 31 | 53  | 0.3               | 4   | 7   | 1.6             | 23  | 40  |
| Недорубы                      | 3.5                    | 66 | 78  | 0.3               | 5   | 7   | 0.7             | 12  | 15  |

Примечания. I – численность, экз. на 100 ловушко-суток или на 10 канавко-суток;

II – % от улова мелких млекопитающих;

III – % от улова землероек.

Увеличение численности малой бурозубки (которая, согласно нашим данным (Ивантер, Макаров, 2001), более насекомоядна, чем другие землеройки) на вырубках и в молодняках можно объяснить более ранним сходом снега, повышением температуры и активизацией насекомых. Эти процессы на вырубках начинаются раньше, чем в сомкнутых еловых и сосновых древостоях, где снег весной лежит

значительно дольше, а почва прогревается позднее. Вот почему вырубки и молодняки можно отнести к числу вполне благоприятных весенних-раннелетних местообитаний малой бурозубки.

Вместе с тем обращает внимание если не однозначная «гидрофильность», то, по крайней мере, большая «водостойкость» малой бурозубки. Этот вид регулярно встречался на участках заболоченной осоково-сфагновой вырубки. Если в обычные годы здесь отлавливались и другие виды мелких зверьков (например, темная полевка), то в годы с высоким уровнем воды малая бурозубка здесь доминировала.

Таким образом, трансформация лесов в ходе лесозексплуатации в целом положительно сказывается на численности и распределении малой бурозубки. Она с относительно высокой численностью заселяет вырубки, молодняки и особенно вторичные лиственные и смешанные древостои, острова хвойного леса и опушечные зоны. Благодаря этому уровень численности малой бурозубки в трансформированном рубками ландшафте хотя и ниже, чем в крупных массивах незатронутых рубками лесов, но стабильнее, по крайней мере, колебания численности по годам у нее здесь меньше. К тому же на заболоченной вырубке малая бурозубка активнее, чем другие виды землероек.

**Средняя бурозубка** в условиях Восточной Финноскандии – широко распространенный, но малочисленный вид,деляющий с малой бурозубкой 2-е и 3-е места по степени доминирования в уловах землероек. При этом средняя бурозубка – один из немногих видов мелких млекопитающих, демонстрирующих вполне четкую отрицательную реакцию на изъятие материнского полога спелых хвойных древостоев.

Согласно данным учетов (см. табл.), показатель обилия этого вида на открытых вырубках в 6–7 раз ниже, чем в хвойных лесах. Еще более резко снижается индекс доминирования. В отлове же ловчими канавками этот вид на вырубках вообще не встречается.

Обращает внимание, что из четырех типов вырубок, где проводились ежегодные учеты давилками, средние бурозубки отлавливались только на осоково-сфагновой лесосеке. Однако уже в молодняках 6–15 лет (одна из промежуточных стадий лесовосстановления) численность этого вида (при учетах давилками) приближается к показателям контроля (сосняки 100–120 лет), а в сомкнутых насаждениях 16–20 лет уже превышает эти значения. Таким образом, при формировании вторичных сомкнутых хвойных древостоев уже через 30–40 лет после рубки может существенно увеличиться доля средней бурозубки в составе биотопической группировки при учетах давилками до 4 %, а при использовании ловчих канавок (сосновые жердняки) – даже 50 %.

В целом средняя бурозубка – единственный в Восточной Финноскандии вид, численность которого в древостоях от 21 до 30–35 лет выше, чем в других биотопах. Не исключено, что одной из причин этого стали межвидовые отношения. Можно, в частности, предположить, что средняя бурозубка как менее «конкурентоспособный» вид увеличивает свою численность только в местах (и в периоды) низкой численности «фоновых» вида, то есть обыкновенной бурозубки. По нашему мнению, не следует отбрасывать возможность конкурентного подавления средней бурозубки в трансформированных рубками биотопах достигающим высокой численности видом-доминантом (обыкновенной бурозубкой), хотя это предположение и требует дополнительного подтверждения.

Нередко приходится наблюдать не совсем обычный характер использования средней бурозубкой семенных куртин и недорубов. В давилки в этих биотопах не было поймано ни одного зверька этого вида, тогда как показатель учета канавками оказался здесь одним из самых высоких (см. табл.). Можно предполагать, что в семенных куртинах и недорубах нет постоянного, оседлого населения средней бурозубки и для данного вида они служат лишь территорией расселения молодых, более подвижных зверьков, которые как раз чаще отлавливаются канавками. Косвенно это подтверждается тем, что в недорубах и семенных куртинах в канавки попадались только молодые зверьки.

Глубокая антропогенная трансформация хвойных лесов в целом негативно сказывается на уровне численности средней бурозубки. За почти три десятилетия наблюдений средний показатель численности этого вида оказался на вырубках в несколько раз ниже, чем в крупных массивах сосновых лесов. Одновременно проявилась тенденция к увеличению численности средней бурозубки в ландшафтах с преобладанием сосновых лесов и пересеченным рельефом. В отдельных пунктах исследований она входила в состав доминантов (Курхинен и др., 2006).

Наблюдения показали, что средние бурозубки способны заселять довольно широкий спектр сосняков различных типов, особенно в годы низкой численности обыкновенной бурозубки. В центральной Карелии средняя бурозубка абсолютно доминировала в сосняках брусничных и багульниковых при довольно высокой для этого вида численности (соответственно 0.6 и 3.0 экз. на 100 ловушко-суток) (см. табл.). Популяция обыкновенной бурозубки в этот период переживала глубокую

депрессию и основной «фон» населения землероек составила средняя бурозубка, что отмечается в Карелии довольно редко (Ивантер, 1975; Курхинен и др., 2006). В этой ситуации средняя бурозубка заселяла как «сухие» (брусничные), так и «влажные» (багульниковые) типы сосняков. В процессе специальных зимних учетов в 1980 г. из 8 биотопов средняя бурозубка была встречена только в сомкнутом сосновом молодняке (в возрасте около 30–35 лет), где составила 11 % отлова. Тяготение средней бурозубки к сосновым лесам отмечено и в предыдущих исследованиях (Попов, 1960; Ивантер, 1975).

В ельниках и на вырубках еловых древостоев за 3 года специальных наблюдений (1981–1983) не было поймано ни одного экземпляра средней бурозубки. В лиственных насаждениях этот вид предпочитает сомкнутые молодняки и пограничные полосы между ельником и лиственным мелколесьем. Здесь численность этого вида составила в среднем 0.7 экз. на 100 ловушко-суток (50 % от общего улова мелких млекопитающих).

Таким образом, в целом средняя бурозубка демонстрирует четкую отрицательную реакцию на сплошную рубку леса и формирование открытых и полукрытых стадий (вырубки, молодняки). Через 15–20 лет плотность населения ее восстанавливается, однако максимальных значений численности и доминирование достигают только в сомкнутых хвойных молодняках. В общем же, фрагментация хвойных лесов, глубокая и длительная трансформация лесных ландшафтов при лесозаготовке снижает уровень численности средней бурозубки в несколько раз.

## **Заключение**

Подводя итоги проведенного исследования, следует подчеркнуть, что массовые рубки лесов оказывают на популяции изученных видов землероек неоднозначное воздействие. Оно зависит и от длительности и характера протекания самого процесса лесной трансформации, и от его экологических и фитоценологических особенностей, и, в последнюю очередь, от вида животного (идет ли речь о малой или о средней бурозубке). В отличие от доминирующей обыкновенной бурозубки, население которой в процессе лесовосстановления увеличивается в численности, но теряет в стабильности и становится неустойчивым (Курхинен и др., 2006), популяция малой бурозубки снижает уровень плотности, зато приобретает необходимую стабильность и достаточную устойчивость. Население же средней бурозубки, хотя и испытывает в условиях массовой лесозаготовки однозначное отрицательное воздействие (становится и малочисленным, и нестабильным), но все же неплохо сохраняется, пусть даже на самом низком уровне и преимущественно лишь в молодых хвойных насаждениях.

## **Библиография**

Ивантер Э. В. Популяционная экология мелких млекопитающих таежного Северо-Запада СССР. Л.: Наука, 1975. 244 с.

Ивантер Э. В., Макаров А. М. Территориальная экология землероек-бурозубок (Insectivora, Sorex). Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2001. 272 с.

Курхинен Ю. П., Данилов П. И., Ивантер Э. В. Млекопитающие Восточной Финноскандии в условиях антропогенной трансформации таежных экосистем. М.: Наука, 2006. 208 с.

Попов В. А. Млекопитающие Волжско-Камского края. Казань, 1960. 468 с.

## **Благодарности**



# **Influence of anthropogenic transformation of the forest ecosystems in Eastern Fennoscandia on the populations of pygmy and masked shrews**

**IVANTER  
Ernest**

*Petrozavodsk state university, ivanter@petrsu.ru*

**KURHINEN  
Jury**

*University of Helsinki, kurhinenj@gmail.com*

## **Keywords:**

ecosystem  
lumbering  
population sustainability  
anthropogenic landscape

## **Summary:**

According to the long-term (1965-2013) stationary and expedition studies in the Eastern Fennoscandia, different species of shrews react differently to clear-cutting and the formation of transformed anthropogenic landscape. The dominant species (common shrew) increases in the number in these conditions, however, the population becomes unstable, and the number fluctuates severely from year to year and from season to season (Kurhinen et al., 2006), but the other species - pygmy shrew (*Sorex minutus* L.) and masked shrew (*Sorex caecutiens* Laxm.) - respond to these changes otherwise. The first one reduces in the number, especially in highly transformed habitats, but in general, its populations acquire the necessary stability and sustainability, while the masked shrew is affected by the massive lumbering negatively. Nevertheless, the latter is regularly found in the newly formed coniferous plantations emerging after the radical forest devastation.

## **References**



УДК УДК 630\*161.4: 630\*174.754

## Влияние условий местопроизрастания на анатомическое строение годичного кольца *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне

**КИЩЕНКО**  
**Иван Тарасович**

Петрозаводский государственный университет,  
[ivanki@karelia.ru](mailto:ivanki@karelia.ru)

### Ключевые слова:

сосна обыкновенная  
анатомия древесины  
типы леса  
классы роста

### Аннотация:

На примере сосны обыкновенной рассматривается анатомическое строение древесины ствола в разных типах леса Южной Карелии. Обнаружены особенности формирования годичного кольца у деревьев разных классов роста и развития в различных почвенно-грунтовых условиях. Определены величины таких показателей, как ширина годичного кольца, размеры трахеид и толщина клеточных стенок ранней и поздней древесины.

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: Н. А. Бабич  
Рецензент: А. М. Антонов

Получена: 09 ноября 2014 года

Опубликована: 09 декабря 2014 года

### Введение

При изучении биологической продуктивности древостоев в первую очередь обращается внимание на зависимость ростовых процессов от абиотических факторов. При этом основное внимание уделяется формированию стволов, где сконцентрирована большая часть биомассы древостоев. Рассматривается не только количественные, но и качественные показатели строения древесины ствола, и в первую очередь лесобразующих видов коренных типов лесных сообществ. Надежными критериями качества древесины являются доля поздней древесины, толщина клеточных оболочек и размеры трахеид, составляющих у хвойных растений более 90 % массы ствола.

В отечественной литературе количественным показателям прироста древесины ствола хвойных растений всегда уделялось большое внимание (Мелехов, 1932; Сахаров, 1940; Ванин, 1949; Кроткевич, 1955; Антонова, Стасова, 1992; Бабич и др., 2007; Чумаченко, Степаненко, 2007). При этом установлено, что технические свойства древесины во многом определяются особенностями ее анатомического строения. Авторы подчеркивают, что различия в ее характеристиках определяются в основном особенностями биологии вида растения и экологическими условиями их произрастания.

Естественно предположить, что в пределах одной лесорастительной зоны наряду с общими закономерностями, связанными с динамикой погодных условий, формирование древесины ствола в различных типах лесных сообществ характеризуется своими, присущими только ему особенностями. Поэтому изучение показателей прироста древесины ствола должно вестись во всех растительных зонах и типах лесных сообществ. Подобные исследования в таежной зоне России носили фрагментарный характер.

Цель исследований – установить характер и степень влияния условий местопроизрастания, а также фитоценоотического положения дерева на анатомические показатели древесины ствола *Pinus sylvestris* L. в таежной зоне (Южная Карелия).

## Материалы

Настоящая работа посвящена изучению особенностей анатомического строения ствола сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.). Исследования проводили в 2006 г. в Южной Карелии (подзона средней тайги, Кондопожский муниципальный район, 62°21' с. ш., 33°50' в. д.).

Объектами исследований служили древостои наиболее распространенных в данном регионе типов лесных сообществ – сосняк черничный, сосняк брусничный и сосняк багульниково-сфагновый (табл. 1).

Таблица 1. Таксационная характеристика сосновых древостоев

| Тип лесного общества          | Возраст, лет | Состав пород | Высота, м | Диаметр, см | Число стволов на 1 га | Полнота | Запас, м <sup>3</sup> | Текущий прирост, м <sup>3</sup> | Класс бонитета |
|-------------------------------|--------------|--------------|-----------|-------------|-----------------------|---------|-----------------------|---------------------------------|----------------|
| Сосняк брусничный             | 86           | 10 С         | 15.8      | 18.1        | 1020                  | 0.84    | 170                   | 2.8                             | IV.0           |
| Сосняк черничный              | 60           | 9С 1Б        | 15.9      | 18.0        | 1068                  | 0.85    | 194                   | 7.3                             | II.7           |
| Сосняк багульниково-сфагновый | 66           | 9С 1Б        | 11.0      | 10.8        | 2120                  | 0.77    | 108                   | 3.4                             | IV.7           |

## Методы

Закладку пробных площадей и геоботаническое описание лесных фитоценозов проводили по общепринятым методикам (Полевая геоботаника, 1964; Программа и методы биогеоценологических исследований, 1974). На каждой из трех пробных площадей выбирали по 20 учетных деревьев I, II-III и IV–V классов роста и развития (по Крафту).

Высечки древесины ствола отбирали на высоте 1.3 м в конце вегетационного периода 2006 г. с таким расчетом, чтобы получить приросты за последние два года. Из высечек приготавливали препараты, на которых в трех местах измеряли ширину годичного кольца, ширину зоны поздней древесины, число трахеидных рядов (по радиусу) и толщину стенок трахеид с помощью микрометрического винта МЦВ-1 с точностью  $\pm 0.25$  мкм. Таким образом, выборка по каждому показателю составляла 60 измерений. Показатель точности опыта при определении средней арифметической величины указанных показателей не превышал 4–5 %, а коэффициент вариации – 15–18 %.

## Результаты

Многочисленными исследованиями установлено, что технические свойства древесины во многом определяются особенностями ее анатомического строения (Мелехов, 1964; Сахаров, 1940; Ванин, 1949; Антонова, Стасова; 1992; Мелехов и др., 2003; Бабич, 2007). Авторы подчеркивают существенность различий в данных показателях в зависимости от вида растения, экологических условий и положения дерева в пологе леса.

Как известно, внутривидовая конкуренция в древостое приводит к существенным различиям в положении деревьев в пологе леса, которое принято характеризовать классами роста и развития. Оказалось, что данный биотический фактор оказывает значительное влияние на анатомическое строение годичного кольца ствола *Pinus sylvestris*. Установлено, что с улучшением положения дерева в пологе леса величина годичного радиального прироста ствола существенно возрастает. Так, в сосняке черничном величина этого показателя у деревьев I класса роста (в среднем 1.97 мм) оказалась выше, чем у деревьев II–III и IV–V классов роста соответственно на 4 и 97 %, в сосняке брусничном – на 4 и 28 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 22 и 84 % (табл. 2). Подобную зависимость отмечают и другие исследователи (Чумаченко, Степаненко, 2007).

Таблица 2. Анатомическое строение годичного кольца ствола *Pinus sylvestris* в разных типах леса

| Тип лесного | I класс роста           |                           |                     |         |                              |         |
|-------------|-------------------------|---------------------------|---------------------|---------|------------------------------|---------|
|             | число рядов трахеид, шт | доля поздней древесины, % | ширина трахеид, мкм |         | ширина оболочек трахеид, мкм |         |
|             |                         |                           | ранних              | поздних | ранних                       | поздних |

| 1                     | 2    | 3  | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   |
|-----------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| 2005 г.               |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк бру<br>сничный | 1.88 | 53 | 27 | 40 | 27 | 2.7 | 7.5 |
| Сосняк<br>черничный   | 1.93 | 53 | 35 | 41 | 30 | 2.6 | 6.6 |
| Сосняк баг            | 1.18 | 48 | 27 | 40 | 28 | 2.6 | 4.7 |

|                       |      |    |    |    |    |     |     |
|-----------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| 2006 г.               |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк бру<br>сничный | 2.22 | 56 | 38 | 48 | 30 | 2.8 | 7.2 |
| Сосняк<br>черничный   | 2.04 | 54 | 40 | 46 | 29 | 2.7 | 6.6 |
| Сосняк баг            | 1.68 | 43 | 28 | 50 | 28 | 2.8 | 4.9 |

Продолжение табл. 2

| II-III классы роста   |      |    |    |    |    |     |     |
|-----------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| 1                     | 2    | 3  | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   |
| 2005 г.               |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк бру<br>сничный | 1.76 | 48 | 30 | 41 | 29 | 2.9 | 7.3 |
| Сосняк<br>черничный   | 1.76 | 48 | 27 | 27 | 37 | 2.8 | 6.4 |
| Сосняк баг            | 0.98 | 38 | 27 | 37 | 26 | 2.4 | 4.7 |

|                       |      |    |    |    |    |     |     |
|-----------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| 2006 г.               |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк бру<br>сничный | 2.13 | 57 | 31 | 48 | 27 | 2.7 | 7.1 |
| Сосняк<br>черничный   | 2.04 | 48 | 30 | 40 | 31 | 3.0 | 6.6 |
| Сосняк баг            | 1.52 | 39 | 27 | 59 | 24 | 2.6 | 5.0 |

Продолжение табл. 2

| IV-V классы роста     |      |    |    |    |    |     |     |
|-----------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| 1                     | 2    | 3  | 4  | 5  | 6  | 7   | 8   |
| 2005 г.               |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк бру<br>сничный | 1.26 | 26 | 27 | 39 | 28 | 2.6 | 7.0 |
| Сосняк<br>черничный   | 1.14 | 35 | 25 | 37 | 27 | 2.4 | 6.0 |
| Сосняк баг            | 0.66 | 21 | 28 | 36 | 24 | 2.1 | 4.3 |

|                       |      |    |    |    |    |     |     |
|-----------------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| 2006 г.               |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк бру<br>сничный | 1.91 | 51 | 32 | 42 | 32 | 2.4 | 6.6 |
| Сосняк                | 0.87 | 29 | 20 | 33 | 27 | 2.2 | 5.0 |

|            |      |    |    |    |    |     |     |
|------------|------|----|----|----|----|-----|-----|
| черничный  |      |    |    |    |    |     |     |
| Сосняк баг | 1.05 | 29 | 28 | 44 | 30 | 2.2 | 4.4 |

Естественно, что чем больше ширина годичного кольца, тем больше и число трахеидных слоев, его составляющих. Так, их число у деревьев I класса роста в сосняке черничном (54 шт.) по сравнению с деревьями II-III и IV-V классов роста оказалось больше соответственно на 12 и 69 %, в сосняке брусничном – на 9 и 32 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 5 и 64 %.

Одним из важнейших показателей, характеризующих технические свойства древесины, является процент участия поздней древесины в формировании годичного кольца. Результаты исследований показали, что средняя за годы исследований величина данного показателя в сосняке брусничном и сосняке багульниково-сфагновом не зависит от положения дерева в пологе леса, составляя соответственно 30–32 % и 27–28 %. Между тем процент участия поздней древесины у господствующих деревьев в сосняке черничном (38 %) больше, чем у остальной части древостоя соответственно на 11–16 %.

Средняя ширина (по радиусу) ранних трахеид у господствующих деревьев в сосняке черничном и сосняке багульниково-сфагновом (44–48 мкм) на 12–26 % больше, чем у остальной части древостоя. В сосняке брусничном положение дерева не отражается на величине данного показателя (41–45 мкм). Средняя ширина поздних трахеид не зависит от положения дерева в пологе леса и колеблется в пределах величины показателя точности опыта.

Ширина оболочек трахеид зависит от степени угнетенности дерева. Ширина оболочек ранних трахеид у деревьев I-III классов роста по сравнению с угнетенными деревьями в сосняке брусничном больше на 12 %, в сосняке черничном – на 22 %, а в сосняке багульниково-сфагновом – на 2 %. Различия в ширине оболочек поздних трахеид между деревьями указанных классов рос несколько меньше – 6–18 %.

Деревья одного вида, но произрастающие в разных экологических условиях весьма существенно отличаются по скорости роста. Поэтому тип лесного сообщества является надежным интегральным показателем, отражающим влияние климата и почвенно-грунтовых условий на интенсивность биопродукционных процессов в лесных фитоценозах.

Как показали результаты исследований, анатомическое строение древесины в значительной степени связано с различиями в условиях местопроизрастания. Выяснилось, что ширина годичного кольца деревьев в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (2.02 мм), II–II (1.92 мм) и IV–V (1.39 мм) классов роста оказалась больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 41, 54 и 50 % (см. табл. 2). Здесь и далее приводятся усредненные по двум годичным кольцам данные. Увеличение толщины стенок трахеид ствола сосны обыкновенной с улучшением условий местопроизрастания отмечено Б. Д. Жилкиным (1936), М. И. Сахаровым (1940), Н. Г. Кроткевичем (1955), А. П. Матюшкиной и др. (1974), И. Т. Кищенко (1088), Г. Ф. Антоновой и В. В. Стасовой (1992).

Естественно, что большей ширине годичного кольца соответствует и большее число трахеидных рядов, его формирующих. Их число в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (54), II–II (50) и IV–V (35) классов роста оказалось больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 18, 32, и 40 %.

Установлено, что доля поздней древесины в формировании годичного кольца с улучшением почвенно-грунтовых условий возрастает. В сосняках зеленомошной группы типов леса величина данного показателя у деревьев I (35) и II-III (30) классов роста оказалась больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 14 и 13 %. У деревьев угнетенных (IV–V классы) в разных типах сообществ существенные различия отсутствуют. Подобная зависимость установлена и для других растительных зон (Шатерникова, 1929; Сахаров, 1940; Матюшкина и др., 1974; Мелехов и др., 2003; Бабич и др., 2007). Самые узкие ранние трахеиды отмечены в сосняке черничном – 34–44 мкм, что на 15 % меньше по сравнению с двумя другими исследуемыми типами леса.

Различия в ширине клеток поздних трахеид в разных почвенно-грунтовых условиях (27–30 мкм) не превышают величину показателя точности опыта. Не отмечены при этом и различия по толщине оболочек ранних трахеид (2.5–2.6 мкм). Другие исследователи (Шатерникова, 1929; Жилкин, 1936; Сахаров, 1940; Ваганов и др., 1985) наблюдали некоторое увеличение ширины трахеид с улучшением почвенно-грунтовых условий. Максимальная толщина оболочек поздних трахеид наблюдается в сосняке

брусничном (6.8-7.4 мкм), где она на 14-51 % больше, чем в сосняке черничном и сосняке багульниково-сфагновом соответственно. Увеличение толщины стенок трахеид с улучшением условий местопроизрастания отмечено В. И. Мелеховым (2003) и Н. А. Бабич и др. (2007). По мнению Р. Б. Федорова (1987), Е. А. Ваганова и др. (1985), размеры трахеид в годичном кольце во многом зависят также от сезонной динамики климатических факторов.

## Заключение

1. С ухудшением положения дерева в пологе леса величина годичного радиального прироста ствола существенно снижается. В сосняке черничном величина этого показателя у деревьев I класса роста выше, чем у деревьев II-III и IV-V классов роста соответственно на 4 и 97 % (в среднем за 2 года), в сосняке брусничном – на 4 и 28 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 22 и 84 %.
2. Число трахеидных слоев у деревьев I класса роста в сосняке черничном по сравнению с деревьями II-III и IV-V классов роста больше соответственно на 12 и 69 %, в сосняке брусничном – на 9 и 32 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 5 и 64 %.
3. Процент участия поздней древесины в формировании годичного кольца в сосняке черничном у господствующих деревьев на 11-16 % больше, чем у остальной части древостоя, а у деревьев других изученных типов леса не различается.
4. Толщина оболочек ранних трахеид у деревьев I-III классов роста по сравнению с угнетенными в сосняке брусничном больше на 12 %, в сосняке черничном – на 22 %, в сосняке багульниково-сфагновом – на 23 %. Различия в толщине оболочек поздних трахеид при этом достигают 6-18 %.
5. Ширина годичного кольца деревьев в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (2.02 мм), II-III (1.92 мм) и IV-V (1.39 мм) классов роста оказалась больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 41, 54, и 50 %.
6. Число трахеидных рядов в сосняках зеленомошной группы типов леса у деревьев I (54), II-III (50) и IV-V (35) классов роста больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 18, 32 и 40 %.
7. В сосняках зеленомошной группы типов леса процент поздней древесины у деревьев I (35) и II-III (30) классов роста больше, чем в сосняке багульниково-сфагновом соответственно на 14 и 13 %.
8. Самые узкие ранние трахеиды (34-44 мкм) характерны для сосняка черничного, что на 15 % меньше по сравнению с двумя другими исследуемыми типами леса.
9. Максимальная толщина оболочек поздних трахеид наблюдается в сосняке брусничном (6.8-7.4 мкм), где она на 14-51 % больше, чем в сосняке черничном и сосняке багульниково-сфагновом соответственно.

## Библиография

- Антонова Г. Ф., Стасова В. В. Формирование годичного слоя древесины стволов сосны обыкновенной и лиственницы сибирской // Лесоведение. М., 1992. № 5. С. 19–27.
- Бабич Н. А., Мелехов В. И., Антонов А. М., Клевцов Д. Н., Коновалов Д. Ю. Влияние условий местопроизрастания на качество древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) в посевах // Хвойные бореальной зоны. 2007. Т. XXIV. № 1. С. 54–58.
- Ваганов Е. А., Шашкин А. В., Свицерская И. В., Высоцкая Л. Г. Гистометрический анализ роста древесных растений. Новосибирск: Наука, 1985. 101 с.
- Ванин С. И. Об изучении анатомического строения древесины // Тр. Ин-та леса Ан СССР. 1949. № 4. С. 26–43.
- Жилкин Б. Д. К вопросу о влиянии условий местопроизрастания на анатомическое строение, физические и механические свойства сосны (*Pinus sylvestris* L.) // Тр. Брянского лесного ин-та. 1936. Т. 1. С. 29–56.
- Кищенко И. Т. Формирование клеточных оболочек сосны в разных типах леса // Лесоведение. М., 1988. № 6. С. 80–82.
- Кроткевич П. Г. Выращивание высококачественной древесины. М.: Наука, 1955. 180 с.
- Матюшкина А. П., Коржицкая З. М., Козлов В. П., Агеева М. И., Васильева Н. А., Голубева Л. В.

Характеристика древесины сосны обыкновенной в зависимости от интенсивности роста // Лесные растительные ресурсы Карелии. Петрозаводск, 1974. С. 120–132.

Мелехов И. С. О качестве северной сосны. Архангельск: Изд-во АЛТИ, 1932. 21 с.

Мелехов В. И., Бабич Н. А., Корчагов С. А. Качество древесины сосны в культурах. Архангельск: Изд-во Арханг. гос. техн. ун-та, 2003. 110 с.

Полевая геоботаника. М.: Изд-во АН СССР, 1964. Т. 3. 530 с.

Программа и методы биогеоценологических исследований. М.: Изд-во АН СССР, 1974. 404 с.

Сахаров М. И. Анатомическое строение древесины сосны (*Pinus sylvestris* L.) в связи с условиями местопроизрастания // Тр. Брянск. с.-х. ин-та. 1940. Т. 2. С. 287-301.

Федоров Р. Б. Географические особенности структуры годичных слоев сосны обыкновенной в древостоях лесной зоны СССР // Современные проблемы древесиноведения: тез. докл. Всесоюзн. конф., 22–24 сент., 1987. Красноярск, 1987. С. 20–22.

Чумаченко С. И., Степаненко И. И. Влияние классов роста и размеров крон деревьев на строение древесины сосны с внесением минеральных удобрений // Лесной вестник. 2007. № 7. С. 7–12.

Шатерникова А. Н. О влиянии различного строения грунтовых вод в почве на анатомическое строение сосны // Тр. по лесному опытному делу. Л., 1929. Вып. 2. С. 89–121.

## Effect of origin conditions on the anatomical structure of the annual ring of *Pinus sylvestris* L. in the taiga zone

**KICHSHENKO  
Ivan**

*Petrozavodsk state university, ivanki@karelia.ru*

### **Keywords:**

*Pinus sylvestris*  
wood anatomy  
forest types  
growth classes

### **Summary:**

The studies were conducted in South Karelia (middle taiga subzone) in 2006. Objects of study were the following kinds of pine forest: bilberry, cowberry and wild rosemary-bog moss ones. The investigation has shown that with the advancement of the tree in the forest canopy the annual growth ring of the trunk increases significantly. Thus, in the bilberry pine forest in the trees of the growth class I this index is higher than in the trees of the growth classes II-III and IV-V by 4 and 97 %, respectively. In the bilberry pine forest the percentage of the participation of late wood in the formation of growth ring in the dominant trees is by 6-9% less than that of the rest of the stand. The width of the early tracheid shells in the trees of the growth class I-III is by 22% more than in the overtopped ones in the bilberry pine forest. Annual ring width and latewood percentage in the pine forest of *Hylocomium* group is higher than in the wild rosemary – bog moss one by 41-50 and 7-35%, respectively. The maximal thickness of the late tracheid shells was observed in the cowberry pine forest (6.8-7.4 microns).

### **References**





УДК 59.009

## О паразитировании мухи-лягушкоедки *Lucilia bufonivora* (Diptera, Calliphoridae) на травяной лягушке

**ЛЯБЗИНА**

**Светлана Николаевна**

Петрозаводский государственный университет,  
[slyabzina@petsu.ru](mailto:slyabzina@petsu.ru)

**УЗЕНБАЕВ**

**Сергей Давлетьянович**

Петрозаводский государственный университет,  
[uzenbaev@petsu.ru](mailto:uzenbaev@petsu.ru)

### Ключевые слова:

*Lucilia bufonivora*  
Calliphoridae  
зеленая мясная муха  
паразит  
лягушка травяная  
Карелия

### Аннотация:

*Lucilia bufonivora* – лягушкоедка, является облигатным и специализированным паразитом амфибий. Развитие личинок протекает в теле хозяина. В работе приводится подробное описание наблюдений за паразитом. Наблюдения велись с момента нахождения личинок в голове лягушки до ее гибели и вылета имаго. Личинки располагаются в глубине ноздрей, изредка выползая на поверхность. В передней части головы лягушки между глазами, под кожей они образуют хорошо заметный бугор. Присутствие личинок в голове доставляет лягушке беспокойство и приводит к летальному исходу. После гибели лягушки личинки на время перемещаются в ноздри, полностью забывая их. Через сутки они разрушают все мягкие ткани и хрящи туловища хозяина. Развитие личинок на трупе продолжается в течение двух дней, далее они уходят в грунт на окукливание. Вылет имаго происходит на 10-й день после окукливания. Из 78 личинок, обнаруженных на трупе, выведено 59 мух (31 самка и 28 самцов).

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: Г. А. Лада

Рецензент: А. П. Кутенков

Получена: 27 октября 2014 года

Опубликована: 01 декабря 2014 года

### Введение

*Lucilia bufonivora* Moniez, 1876 (Diptera, Calliphoridae), русское название – лягушкоедка, является облигатным и специализированным паразитом амфибий. Развитие их личинок в хозяине протекает быстро – обычно 3–5 дней. За это время личинки, активно питаясь тканями хозяина, растворяют их до состояния бульона и всасывают его. Установлено 14 видов, на которых паразитирует лягушкоедка. В их числе жабы: камышовая (*Bufo calamita* (Laurenti, 1768)), кавказская (*Bufo verrucosissimus* (Pallas, 1814)), серая (*B. bufo* (Linnaeus, 1758)), зеленая (*B. viridis* (Laurenti, 1768)), повитуха (*Alytes obstetricans* (Laurenti, 1768)); обыкновенная чесночница (*Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768)); квакши: обыкновенная (*Hyla arborea* (Linnaeus, 1758)), восточная (*H. orientalis* (Bedriaga, 1890)) и пять видов лягушек: травяная (*Rana temporaria* (Linnaeus, 1758)), остромордая (*R. arvalis* (Nilsson, 1842)), съедобная (*R. esculenta* (Linnaeus, 1758)), прудовая (*R. lessonae* (Camerano, 1882)), пиренейская (*Pelophylax perezi* (Seoane, 1885)) и единственный представитель хвостатых – огненная саламандра (*Salamandra*

*salamandra* (Linnaeus, 1758)) (Гаранин, Шалдыбин, 1976; Strijbosch, 1980; Weddeling, Kordges, 2008; Лада, 2009; Gosá et al., 2009; Goverse, 2009; Кидов, 2012; Лябзина, Узенбаев, 2014).

Вид *Lucilia bufonivora* распространен по всей Палеарктике, но встречается не часто и рассеянно (Rognes, 1991). Самая северная находка отмечена в г. Хяапавеси (Haapavesi), северная Финляндия (64°10' с. ш. 25°10' в. д.) (Koskela et al., 1974).

## Материалы

В июне 2014 г. в окрестностях биологической станции Петрозаводского государственного университета (с. Кончезеро, Кондопожский район, 62°07' с. ш. 34°01' в. д.) была отловлена самка травяной лягушки (*R. temporaria*) с явными признаками заражения личинками мухи-лягушкоедки, которые располагались у нее в ноздрях. Описанные в литературе (Гаранин, Шалдыбин, 1976; Weddeling, Kordges, 2008 и др.) кладки на спине лягушки (рис. 1) нами не отмечены. Масса лягушки 25,5 г, размеры ~ 5 см. Для дальнейшего наблюдения лягушка была помещена в террариум с травой и влажным дерном, прикрытый сверху марлей. Наблюдения проводились в помещении при комнатной температуре в течение нескольких дней.



Рис. 1. Кладка яиц *Lucilia bufonivora* на спине *Rana temporaria*. Заповедник «Кивач», 2011 г. (с любезного разрешения Н. Кутенковой)

Fig. 1. Egg-laying of *Lucilia bufonivora* on the back of *Rana temporaria*. Reserve "Kivach" 2011 year (with courtesy of N. Kutenkova)

## Результаты

В первый день наблюдения личинки мух имели небольшие размеры (0.4 мм), что предполагает недавнее заражение. Все они располагались в глубине ноздрей, изредка выползая на поверхность. В передней части головы, между глазами, был хорошо заметен характерный бугор (рис. 2). По описаниям Порчинского (1898), это возвышение, названное им «коронкой», образовано массой личинок, располагающихся между черепом и кожей.



Рис. 2. Начальная стадия инвазии. Скопление личинок образует бугор на голове  
Fig. 2. The initial stage of infestation. Larval aggregation forms a tubercle on the head

Присутствие личинок доставляло лягушке, по-видимому, боль, она вела себя беспокойно и через несколько часов погибла. После гибели личинки переместились в ноздри, полностью забивая их и строго ориентируясь задними концами наружу (рис. 3). Сначала личинки выели левую сторону головы, и через несколько часов голова была съедена. Через сутки они полностью разрушили все мягкие ткани и хрящи туловища, оставались только части задних конечностей (рис. 4). Они активно передвигались в жидкой субстанции, в которую превратилось тело лягушки. Разлагающийся труп привлекал различных некрофильных насекомых из сем. Sepsidae, Calliphoridae, Sarcophagidae, Muscidae. В это же время было отмечено заражение личинок паразитическими перепончатокрылыми насекомыми (видео).

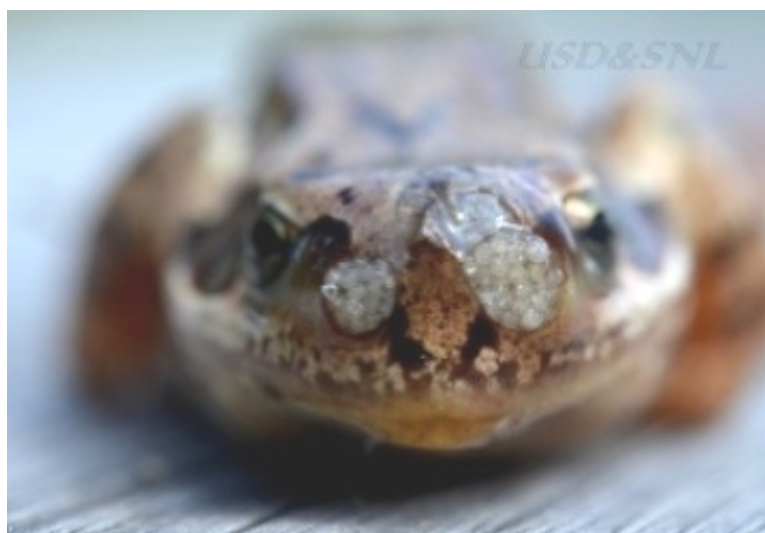


Рис. 3. Характерное расположение личинок в ноздрях лягушки  
Fig. 3. The typical location of the larvae in the nostrils of a frog



Рис. 4. Личинки лягушкоедки перед окукливанием. Момент заражения наездником  
Fig. 4. The larvae of *Lucilia bufonivora* before pupation. The moment of infection by the rider

Видео. Наездник заражает личинок *Lucilia bufonivora*  
Video. Rider infects larvae of *Lucilia bufonivora*

На мертвых тканях лягушки развитие личинок происходило быстро и уже через сутки они достигли максимальных размеров – 1 см и массы 60 мг. По-видимому, такое ускоренное развитие личинок и быстрое разложение трупа препятствуют заселению его другими некрофильными насекомыми.

Развитие личинок на трупе продолжалось в течение двух дней, после чего они стали уходить в грунт на окукливание. Всего было обнаружено 78 личинок. Их пупарии находились под трупом на глубине нескольких сантиметров. Вылет имаго произошел на 10-й день после окукливания. Из 78 личинок выведено 59 мух (31 самка и 28 самцов) (рис. 5).

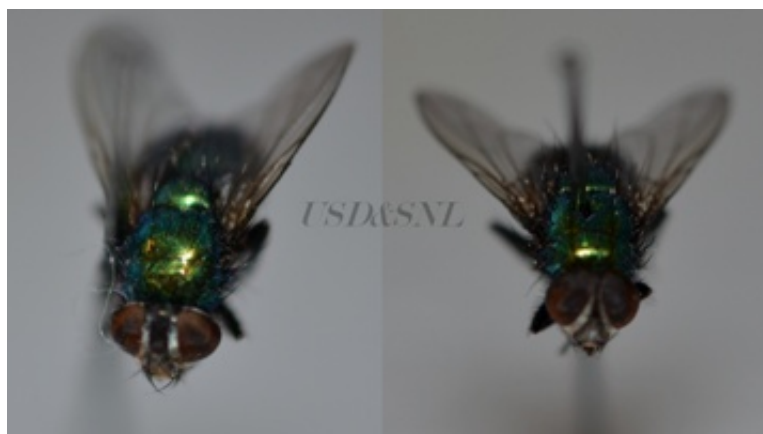


Рис. 5. Имаго *Lucilia bufonivora*. Слева – самка, справа – самец  
Fig. 5. Adult insect (imago) of *Lucilia bufonivora*. Female is on the left, male - on the right.

Во многих случаях паразит приводит к гибели хозяина. Однако известны случаи выздоровления животных (Порчинский, 1898; Лябзина, Узенбаев, 2014).

### Обсуждение

Первые сведения о паразитировании личинок *L. bufonivora* на бесхвостых амфибиях встречаются в работах И. А. Порчинского (1898) и А. А. Силантьева (1898). И. А. Порчинский изучал развитие личинок у

травяной лягушки и регистрировал многочисленные случаи гибели от этого паразита в окрестностях г. Павловска Санкт-Петербургской губернии в 1896 и 1897 гг. Он описывает два способа проникновения личинок в тело лягушки: первый – личинки мигрируют по телу амфибии от места кладки, второй – при проглатывании оплодотворенной самки с последующим вылуплением личинок в желудке. При этом автор отмечает, что выживаемость личинок была разная: во втором случае намного выше, и в ноздрях находилось до 80 особей. При откладке же яиц на кожу многие из них погибали. Например, по его наблюдениям, из 70–80 яиц, отложенных на тело, на переднем конце обнаружено всего 15 личинок.

В настоящее время принято считать, что единственный путь заражения – это миграция личинок от места кладки в носовую полость (Гаранин, Шалдыбин, 1976; Озеров, 1984; Weddeling, Kordges, 2008 и др.).

Время развития от яиц до становления половозрелой особи у мух составляет от трех до четырех недель (Weddeling, Kordges, 2008). Личинки активно поедают своего хозяина, и мертвая амфибия полностью превращается в скелет в течение одной-двух недель (в зависимости от степени поражения). Фаза куколки длится примерно от одной до трех недель, таким образом, за сезон в Центральной Европе может развиваться до четырех поколений (Weddeling, Kordges, 2008). В нашем исследовании развитие от момента обнаружения личинок на теле хозяина до вылета имаго происходило в течение 14 дней. В исследованиях, проведенных на севере, также приводятся аналогичные сроки развития мухи на травяной лягушке (Koskela et al., 1974).

Большинство авторов (Порчинский, 1898; Гаранин, Шалдыбин, 1976; Лада, 2009) отмечают прямую связь степени зараженности с погодными условиями сезона. Высокий процент зараженных особей наблюдается в жаркие и сухие годы. В Карелии такая зависимость не отмечена. Зараженность лягушкоедкой травяной лягушки ежегодно не превышает 1 % (Кутенков, 2009).

## Заключение

*L. bufonivora* имеет большой ареал распространения и широкий круг хозяев, представленных различными видами амфибий. На севере паразитирование отмечено только на одном виде – травяной лягушке (Koskela et al., 1974; Кутенков, 2009; Лябзина, Узенбаев, 2014). Наблюдения, представленные в работе, дополняют общие сведения по биологии лягушкоедки, ее распространению и особенностям развития в северных широтах.

## Библиография

- Гаранин В. И., Шалдыбин С. Л. О паразитировании личинок мухи *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876, на бесхвостых амфибиях [On parasitism of the larvae of *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876 on Anura] // Паразитология. 1976. Т. 10, вып. 3. С. 285–288.
- Кидов А. А. Паразитизм личинок миазной мухи *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876 (Insecta, Diptera, Calliphoridae) на кавказской жабе (*Bufo verrucosissimus* Pallas, 1814) (Amphibia, Anura, Bufonidae) [Parasitism of larvae of the myiasis-producing fly *Lucilia bufonivora* Moniez, 1876 (Insecta, Diptera, Calliphoridae) on the Caucasian common toad (*Bufo verrucosissimus* Pallas, 1814) (Amphibia, Anura, Bufonidae)] // Естественные и технические науки. 2012. № 3. С. 99–101.
- Кутенков А. П. Экология травяной лягушки (*Rana temporaria* L., 1758) на Северо-Западе России [Ecology of the common frog (*Rana temporaria* L., 1758) in Northwestern Russian]. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2009. 140 с.
- Лада Г. А. О паразите амфибий *Lucilia bufonivora* (Insecta, Diptera, Calliphoridae) в Тамбовской области [On amphibian parasite *Lucilia bufonivora* (Insecta, Diptera, Calliphoridae) in Tambov region] // Современная герпетология. 2009. Т. 9. Вып. ½ С. 62–64.
- Лябзина С. Н., Узенбаев С. Д. Случаи заражения лягушек паразитической мухой *Lucilia bufonivora* (Diptera, Calliphoridae) в Карелии [The cases of infections of frogs by the parasitic fly, *Lucilia bufonivora* (Diptera, Calliphoridae), in Karelia] // Проблемы почвенной зоологии: Материалы XVII Всероссийского совещания по почвенной зоологии. М.; Сыктывкар, 2014. С. 142–143.

Озеров А. Л. Роль каллифорид (Diptera, Calliphoridae) в экосистемах Среднего Приамурья [The role of calliphorida (Diptera, Calliphoridae) in ecosystem of Outer Manchuria] // Двукрылые фауны СССР и их роль в экосистемах / Изд. Зоол. ин-та АН СССР. Л., 1984. С. 88–90.

Порчинский И. А. О зеленых мухах (*Lucilia*) в связи с явлением местного вымирания лягушек и жаб [About green flies (*Lucilia*) due to the extinction of frogs in local territories ] // Труды Русского энтомологического общества в Санкт-Петербурге. 1898. Т. 32. С. 225–279.

Силантьевъ А. А. Зоологическія изслѣдованія на участкахъ экспедиціи лесного департамента. 1894–96 годовъ [Zoological study on the territories of forest department expedition. 1894–96 years]. СПб.: Типографія Е. Евдокимова, 1898. 222 с.

Gosá A., Rubio X., Etxaniz M., Luengo A., Garsna-Cardenete L. Océn Manuel Probables casos de parasitismo de *Lucilia bufonivora* en anuros del ibérico [Probable cases of parasitism of *Lucilia bufonivora* (Diptera: Calliphoridae) in northern Iberian frogs] // Bol. Asoc. Herpetol. Esp. 2009. Vol. 20. P. 112–117.

Goverse E. *Hyla arborea* (Tree Frog). Blowfly parasitism // Herpetological Review. 2009. Vol. 40(1). P. 71.

Koskela P., Itämies J., Pasane S. *Lucilia bufonivora* Moniez (Dipt., Calliphoridae), a lethal parasite in *Rana temporaria* L. (Anura) // Ann. Zool. Fennici. 1974. 11. P. 105–106.

Rognes K. Blowflies (Diptera, Calliphoridae) of Fennoscandia and Denmark // Fauna Entomologica Scandinavica. Vol. 24. Scandinavian Science Press Ltd., Leiden, The Netherlands, 1991. 272 p.

Strijbosch H. Mortality in a Population of *Bufo bufo* Resulting from the Fly *Lucilia bufonivora* // Oecologia (Berl.). 1980 Vol. 45. P. 285–286.

Weddeling K., Kordges T. *Lucilia bufonivora*-Befall (Myiasis) bei Amphibien in Nordrhein-Westfalen – Verbreitung, Wirtsarten, Ökologie und Phänologie // Zeitschrift für Feldherpetologie. 2008. Vol. 15. P. 183–202.



## On the invasion of the parasitic fly *Lucilia bufonivora* (Diptera, Calliphoridae) on the common frog

**LYABZINA  
Svetlana**

*Petrozavodsk State University, slyabzina@petrsu.ru*

**UZENBAEV  
Sergey**

*Petrozavodsk State University, uzenbaev@petrsu.ru*

### **Keywords:**

*Lucilia bufonivora*  
Calliphoridae  
blowflies  
parasite  
the common frog  
Karelia

### **Summary:**

*Lucilia bufonivora* is an obligate, specialised parasite of amphibians. Larval development takes place in the host body. The paper gives a detailed description of parasite observation. This observation was carried out beginning with the moment of finding larvae in the head of the frog till its death and adults flying out. Initially the larvae are located deep in the nostrils, occasionally crawling out on the head. In the frontal part of the frog's head between the eyes, under the skin, they form a noticeable tubercle. The larvae in the head disturb the frog and lead to its death. After the death of the frog, the larvae move to the nostrils for time, filling them completely. In a day they destroy all soft tissues and cartilages of the host body. The development of larvae on the corpse continues for two days, then they move into the soil for pupation. Their puparia are located under the corpse at a depth of several centimeters. The adults fly out on the 10th day after their pupation. Of the 78 larvae found on the corpse, there were 59 flies, (31 females and 28 males).

### **References**



УДК 591.5

## Анализ паразитофауны сиговых рыб (Coregonidae, Pisces) на примере озер Карелии

**МАМОНТОВА**  
**Ольга Владимировна**

Петрозаводский государственный университет,  
[mamontova@petrsu.ru](mailto:mamontova@petrsu.ru)

**РУМЯНЦЕВ**  
**Евгений Алексеевич**

Петрозаводский государственный университет,  
[rumyantsevea@mail.ru](mailto:rumyantsevea@mail.ru)

### Ключевые слова:

паразитофауна  
рыбы  
сиговые  
озера

### Аннотация:

Проведен анализ паразитофауны сиговых рыб (ряпушка, сиг) в озерах Карелии. Показаны ее изменения в связи с биологической неоднородностью рыб, типологией и зоогеографическим положением озер.

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Получена: 07 ноября 2014 года

Опубликована: 05 декабря 2014 года

### Введение

Ряпушка (*Coregonus albula*) – одна из наиболее изученных рыб в паразитологическом отношении. Обитает во многих озерах Карелии и смежных территорий. Разделяется на две экологические группы (формы) – мелкая, размером до 29 см и весом до 25 г, и крупная, размером свыше 20 см и весом до 200 г и более (Берг, 1949). Наряду с мелкой ряпушкой, крупные формы обитают в Ладожском (рипус) и Онежском (килец) озерах.

Паразитофауна мелкой ряпушки подробно изучена (Румянцев, 1996; Митенёв, 1997; Румянцев, 2007 и др.). Крупная форма ряпушки менее исследована. Однако в последнее время нами были получены новые данные, в частности, по фауне паразитов рипуса и кильца. Это позволяет осуществить анализ паразитофауны ряпушки в связи с ее биологической неоднородностью.

Сиг образует в озерах ряд экологических форм – береговой (лудога), ямный, озерно-речной (проходной). Наиболее подробно проведен эколого-фаунистический анализ паразитов этих форм сига крупных олиготрофных озер – Пяозера и Онежского озера. Основу паразитофауны берегового сига (лудоги) составляют виды, широко распространенные в циркумполярной подобласти. Специфичные паразиты, как и сам хозяин, в условиях крупных олиготрофных озер находят оптимальные условия для развития. К их числу относятся сребни *Echinorynchus salmonis*, которые в своем распространении строго следуют за промежуточными хозяевами (понтоторея).

### Материалы

Сбор материала осуществлялся в весенне-летний период с 2004 по 2010 г. в районе Валаамских островов (г. Сортавала, г. Питкяранта (Ладожское озеро)), Пяозера и на Онежском озере. Было исследовано по 15 экз. каждого вида рыб в соответствующих водоемах.

### Методы

Обработка собранного материала производилась по общепринятой методике паразитологического исследования, предложенной Быховской-Павловской (1985). Исследовались все группы паразитов, кроме паразитов крови.



## Результаты

Как известно, в некоторых озерах бассейна реки Кемь (Куйто и другие озера на севере Карелии) обитает мелкая и крупная ряпушка. Паразитофауна последней вдвое обеднена в видовом отношении (табл. 1), что обусловлено различиями в гидробиологическом режиме водоемов. Несмотря на это обеднение, в паразитофауне крупной ряпушки сохраняется весь набор самых распространенных специфичных паразитов. Это

*Hennegnea zschkkei*, *Proteocephalus longicollis*, *Triaenophorus crassus*, *Diphyllbothrium ditremum*, *Phyllodistomum conostomum* (Румянцев, 1966).

Крупная ряпушка, обитающая в эвтрофированных озерах на юге Карелии, также имеет обедненную паразитофауну по сравнению с мелкой ряпушкой, например, из мезотрофного Сямозера. У той и другой форм ряпушки в этих озерах отсутствуют многие специфичные виды паразитов, свойственные олиготрофным озерам (*Discocotyle sagittata*, *Salmincola*, *Echinorhynchus salmonis*) (Аникеева и др., 1983; Новохацкая, 2008).

Крупные экоформы ряпушки, известные в Ладожском и Онежском озерах (рипус, килец), по наличию специфичных видов паразитов не отличаются от мелкой ряпушки, обитающей в этих же водоемах (Пермяков, Румянцев, 1984; Румянцев и др., 1993; Румянцев, 1996; Румянцев, 2007). У них присутствуют специфичные виды *Chloromyxum coregoni*, *Discocotyle sagittata*, *Cystidicola farionis*, *Echinorhynchus salmonis*, *Cyathocephalus truncates*, *Eubothrium salvelini*. Экологическая близость и сходный тип питания крупной ряпушки и глубоководного сига обеспечивают исключительное сходство в характере их паразитофауны.

Нельзя согласиться с мнением Л. В. Аникеевой и др. (1983), что паразитофауна рипуса и кильца Ладожского и Онежского озер имеет сходный набор паразитов с крупной ряпушкой эвтрофированных озер южной Карелии, т. е. носит малоспецифический характер. Дело обстоит как раз наоборот. В олиготрофных озерах у крупной ряпушки присутствуют все специфичные паразиты арктического пресноводного комплекса, которые отсутствуют у не в озерах эвтрофированного типа.

Большое разнообразие паразитов у ряпушки, с преобладанием специфичных для лососевых видов, наблюдается в крупных олиготрофных озерах, расположенных в Европейском округе Ледовитоморской провинции (озера северной Карелии и Кольского полуострова). Здесь условия существования для северных форм – сиговых и лососевых рыб и специфичных паразитов – являются оптимальными. Удельный вес специфичных видов паразитов превышает 60 %. Для этого региона характерно наличие ледовитоморских элементов фауны (*Philonema sibirica*, *Acanthobdella peledina* и др.), которые отсутствуют за пределами Ледовитоморской провинции (Румянцев, 1966; Митенёв, 1997).

К ряпушке этих водоемов близка по характеру паразитофауны ряпушка Онежского и Ладожского озер (бассейн Балтийского моря). Большое сходство объясняется тем, что эти озера относятся к числу крупных водоемов олиготрофного типа с разнообразной гидрофауной (Румянцев, 1966; Пермяков, Румянцев, 1984).

В озерах Сямозерской группы, равноценных по географическому положению с Онежским и Ладожским, но отличающихся по своей топографии (эвтрофированный тип), паразитофауна ряпушки оказывается беднее (Аникеева и др., 1983; Новохацкая, 2008). Из ее состава выпадают специфические виды арктического пресноводного комплекса, связанные с реликтовыми ракообразными (*Echinorhynchus salmonis*, *Cystidicola farionis*, *Cyathocephalus truncates*). Нет также рачков рода *Salmincola*. Условия существования сиговых рыб в этих озерах не являются оптимальными, на что указывал И. Ф. Правдин (1962).

Наименьшее разнообразие паразитов у ряпушки, причем с преобладанием видов бореального равнинного комплекса, имеющих сравнительно широкий круг хозяев, наблюдается в эвтрофных озерах, расположенных за пределами Балтийского щита, т. е. в Средиземноморской подобласти (Бауэр, 1947).

Таким образом, фауна паразитов ряпушки в озерах определяется в значительной мере зоогеографическим положением водоемов и их типологией.

| Таблица 1. Изменение числа видов паразитов у ряпушки |                 |                       |         |
|------------------------------------------------------|-----------------|-----------------------|---------|
| Озера                                                | Экотип ряпушки  | Всего видов паразитов | Специфи |
|                                                      |                 |                       | число   |
| <b>Олиготрофный тип</b>                              |                 |                       |         |
| Озеро системы Куйто                                  | крупная         | 8                     | 14      |
|                                                      | мелкая          | 20                    | 13      |
| Онежское озеро                                       | крупная (килец) | 20                    | 12      |
|                                                      | мелкая          | 28                    | 15      |

|                            |                 |    |    |
|----------------------------|-----------------|----|----|
| Ладожское озеро            | крупная (рипус) | 24 | 14 |
|                            | мелкая          | 26 | 14 |
| <b>Эвтрофированный тип</b> |                 |    |    |
| Вендюрское                 | крупная         | 11 | 5  |
| Сямозеро                   | мелкая          | 14 | 6  |

Сиг (*Cjregonus lavaretus*) образует в озерах ряд экологических форм – береговой (лудога), ямный, озерно-речной (проходной). Известен подробный эколого-фаунистический анализ паразитов этих форм сига крупных олиготрофных озер – Пяозера и Онежского озера (Пермяков, Румянцев, 1982). В настоящее время появились новые данные по паразитам сига Ладожского озера, в частности по ямному сигу валаамка (Мамонтова, 2005).

Основу паразитофауны берегового сига (лудога) составляют виды, широко распространенные в Циркумполярной подобласти: *Crepidostomum farionis*, *Proteocephalus longicollis*, *Cyathocephalus truncates*, *Eubothrium salvelini*, *Echinorhynchus salmonis*, *Cystidicola farionis* (табл. 2). Специфичные паразиты, как и сам хозяин, в условиях крупных олиготрофных озер находят оптимальные условия для развития. К их числу относятся скребни *Echinorhynchus salmonis*, которые в своем распространении строго следуют за промежуточными хозяевами (понтоторея).

Таблица 2. Паразитофауна сига

| Виды паразитов                                           | Береговой (лудога) (Румянцев, 1984) |          |           | Ямный (Мамонтова, 2005) |          |           |
|----------------------------------------------------------|-------------------------------------|----------|-----------|-------------------------|----------|-----------|
|                                                          | Пяозеро                             | Онежское | Ладожское | Пяозеро                 | Онежское | Ладожское |
| <i>Glugea hertwigi</i>                                   | -                                   | 7(0.02)  | 7(0.02)   | -                       | -        | -         |
| <i>Hexamita truttae</i>                                  | 7(0.02)                             | 7(0.02)  | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Eimeria</i> sp.                                       | 3(0.01)                             | -        | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Leptotheca schulmani</i>                              | -                                   | 7(0.02)  | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Myxidium salvelini</i>                                | 7(0.02)                             | 7(0.02)  | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Zschokkela nova</i>                                   | 3(0.01)                             | 7(0.02)  | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Sphaerospora</i> sp.                                  | -                                   | 7(0.02)  | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Cloromyxum coregoni</i>                               | 7(0.02)                             | 7(0.02)  | 13(0.3)   | 20(0.5)                 | -        | 68(1.0)   |
| <i>Henneguya zschkcke</i>                                | 3(0.01)                             | 7(0.02)  | 7(0.02)   | -                       | 33(1.0)  | -         |
| <i>Capriniana piscium</i>                                | 7(0.6)                              | 53(1.0)  | 20(0.5)   | 13(0.02)                | -        | -         |
| <i>Apiosoma piscicolum</i>                               | 10(0.4)                             | 7(0.02)  | 7(0.03)   | 7(0.2)                  | -        | -         |
| <i>Trichodina nigra</i>                                  | 7(0.1)                              | -        | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Trichodina mutabilis</i>                              | -                                   | 13(0.2)  | 7(0.03)   | -                       | -        | -         |
| <i>Trichodinella epizootica</i>                          | -                                   | 13(0.6)  | 7(0.05)   | -                       | -        | -         |
| <i>Tripartiella copiosa</i>                              | -                                   | -        | -         | 13(0.02)                | -        | -         |
| <i>Gyrobactylus lavareti</i>                             | 7(0.3)                              | 7(0.1)   | -         | 7(0.2)                  | -        | -         |
| <i>Discocotylis sagittata</i>                            | 3(0.1)                              | 60(2.4)  | 53(2.7)   | -                       | 44(1.0)  | 46(1.4)   |
| <i>Traenophorus crasus</i>                               | -                                   | 7(0.1)   | 13(0.2)   | -                       | 11(0.1)  | -         |
| <i>Ebotrium salvelini</i>                                | 30(0.4)                             | 7(0.2)   | 7(0.2)    | -                       | 11(0.1)  | 2(0.2)    |
| <i>Cyathocephalus truncatus</i>                          | 60(5.7)                             | 27(1.1)  | 27(0.5)   | 93(7.0)                 | 22(0.2)  | 11(0.6)   |
| <i>Proteocephalus longicollis</i> (= <i>P. exiguus</i> ) | 87(22.5)                            | 87(24.3) | 80(2.2)   | 53(5.0)                 | 69(2.0)  | 40(6.2)   |
| <i>Rhipidocotyle campanula</i>                           | -                                   | 7(0.3)   | 7(0.1)    | -                       | -        | -         |
| <i>Phyllodistomus conostomum</i>                         | 27(5.3)                             | 47(1.4)  | 27(2.3)   | -                       | -        | -         |
| <i>Crepidostomum farionis</i>                            | 7(0.1)                              | 13(0.1)  | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Ichthyocotylar erraticus</i>                          | 27(1.3)                             | 33(2.0)  | 87(6.2)   | -                       | 22(1.0)  | 37(1.0)   |
| <i>Tylodelphus clavata</i>                               | 47(1.5)                             | 7(0.3)   | 7(0.1)    | -                       | -        | -         |
| <i>Diplostomum gasterostei</i>                           | 53(2.7)                             | 100(10)  | 80(10.0)  | 67(3.0)                 | 89(8.0)  | 63(3.7)   |
| <i>Diplostomum spathaceum</i>                            | 7(1.0)                              | 20 0.1   | 60(3.0)   | -                       | 11(0.1)  | -         |
| <i>Diplostomum volvens</i>                               | -                                   | -        | 20(0.6)   | -                       | -        | -         |
| <i>Rhabdochona denudata</i>                              | -                                   | 27(0.3)  | 7(0.1)    | -                       | -        | -         |
| <i>Raphidascaris acus</i>                                | 67(4.7)                             | 60(7.2)  | 33(2.0)   | 53(8.0)                 | 67(3.0)  | 14(0.6)   |
| <i>Cystidicola farionis</i>                              | 80(9.6)                             | 87(16.5) | 47(4.5)   | 93(10.0)                | 100(22)  | 100(22)   |
| <i>Cistidicoloides tenuissima</i>                        | 7(0.1)                              | 20(1.4)  | -         | 7(0.1)                  | 22(1.2)  | 2(0.02)   |
| <i>Desmidocercella numidica</i>                          | 7(0.1)                              | 7(0.1)   | 7(0.1)    | -                       | -        | -         |
| <i>Camallanus lacustris</i>                              | -                                   | 7(0.3)   | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Capillaries salvelini</i>                             | 13(0.1)                             | -        | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Echinorhynchus borealis</i>                           | 40(1.4)                             | -        | -         | 60(4.0)                 | -        | -         |
| <i>Echinorhynchus salmonis</i>                           | 100(82)                             | 100(150) | 100(95.0) | 100(121)                | 100(221) | 100(108)  |
| <i>Acanthocephalus loci</i>                              | 13(0.3)                             | -        | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Corynosoma semerme</i>                                | -                                   | -        | 7(0.1)    | -                       | -        | -         |
| <i>Piscicola geometra</i>                                | 3(0.1)                              | -        | -         | -                       | -        | -         |
| <i>Glochidium</i> sp.                                    | 3(0.1)                              | 7(0.1)   | -         | -                       | -        | -         |

|                               |         |         |         |         |         |         |
|-------------------------------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| <i>Ergasilus siboldi</i>      | -       | 7(0.1)  | 7(0.1)  | -       | -       | -       |
| <i>Salmincola coregonorum</i> | 27(0.8) | 20(0.2) | 33(0.6) | 27(0.8) | -       | 8(0.3)  |
| <i>Salmincola extensus</i>    | 7(0.1)  | 20(0.2) | 7(0.1)  | -       | 22(0.2) | -       |
| <i>Salmincola extumescens</i> | 7(0.4)  | 7(0.1)  | 7(0.1)  | -       | 11(0.1) | 22(0.3) |
| <i>Argulus coregoni</i>       | 3(0.1)  | 20(0.2) | -       | -       | -       | -       |
| <i>Argulus foliaceus</i>      | -       | 13(0.9) | 7(0.1)  | -       | -       | -       |
| Всего видов                   | 35      | 39      | 31      | 14      | 15      | 13      |

Примечание. В таблице приведены материалы по паразитофауне разных экологических форм сига в олиготрофных озерах, полученные Е. В. Пермяковым и Е. А. Румянцевым (1982, 1984), сиг валаамка Ладожского озера исследован О. В. Мамонтовой (2005).

Среди паразитов прямым циклом развития широко распространены не только специфичные представители (*Discocotyle sagittata*, *Salmincola*), но и виды с широким кругом хозяев, в частности сосущие инфузории *Capriniana piscium*.

Лудога, обитая длительное время в прибрежной зоне, имеет значительный пространственный контакт с другими видами рыб. В результате она получает целый ряд широкоспецифичных паразитов – инфузорий, пиявок, ракообразных (*Argulus foliaceus*). Наблюдается изредка переход на сигов некоторых паразитов, свойственных карповым рыбам (*Zschokkella nova*, *Rhipidocotyle campanula*).

Среди трематод преобладают виды *Diplostomum gasterostei*, *D. spathaceum*, *Ichthyocotylurus erraticus*, *Phyllodistomum*. Сказывается пространственная близость берегового сига к брюхоногим моллюскам – лимнеидам. Это благоприятствует заражению трематодами, которые связаны в своем жизненном цикле с моллюсками.

Сравнительно высокая зараженность береговых сигов и скребнями (*Echinorhynchus salmonis*), и цестодами (*Proteocephalus longicollis*) говорит о широких возможностях в потреблении ими как бентосных рачков (понтоторей), так и представителей зоопланктона (веслоногие ракообразные).

Из нематод выделяются два вида (*Cystidicola farionis* и *Raphidascaris acus*), которые обеспечивают достаточно высокую зараженность рыб. Если первый специфичен для сиговых, то второй является широкоспецифичным видом. Промежуточным хозяином его служат личинки насекомых (хируномиды) и олигохеты, играющие значительную роль в питании сига.

## Обсуждение

Условия обитания берегового сига в крупных олиготрофных озерах, таких как Онежское, Ладожское и Пяозеро, весьма многообразны. Богатство организмов, населяющих литораль, облегчает развитие паразитов с различными жизненными циклами. Это в полной мере отражается на его паразитофауне, которая характеризуется наибольшим видовым разнообразием по сравнению с таковой других экоформ сига.

Паразитофауна проходного сига менее разнообразна и насчитывает 24 вида в Онежском озере, 23 в Пяозере. Объединение ее происходит главным образом за счет уменьшения числа видов миксоспоридий и инфузорий. Это связано с влиянием течения реки, в условиях которой сиг проводит длительное время. Количество видов паразитов, развивающихся со сменой хозяев, у него примерно одинаковое с береговым сигом. Однако степень заражения ими во многом определяется миграциями в реке, где происходит периодическое освобождение рыб от отсутствующих здесь кишечных паразитов (*Echinorhynchus salmonis*, *Cyathocephalus truncatus* и др.). Зараженность проходных сигов этими видами значительно слабее, чем озерных форм.

Высокая зараженность проходного сига в Онежском озере цестодами *Proteocephalus longicollis*, *Eubothrium salvelini* и *Triaenophorus crassus* указывает на большую роль зоопланктона в его питании. Активные миграции сига в озере способствуют расширению спектра его питания. Об этом свидетельствует наличие в паразитофауне скребней *Echinorhynchus salmonis* и нематод *Cystidicola farionis*, что указывает на потребление сигом зообентоса.

Для проходного сига в Пяозере характерно отсутствие нематоды *Camallanus lacustris*, редкие находки цестод *Diphyllbothrium dendriticum*, *Triaenophorus crassus* и слабая зараженность *Eubothrium salvelini* и *Proteocephalus longicollis*. Зоопланктон в этом водоеме, по сравнению с Онежским озером, играет меньшую роль в питании рыб. Такая тенденция к ослаблению зараженности сига паразитами, связанными с планктоном, сохраняется и на Кольском п-ове (Митенев, 1997). К сожалению, паразитофауна проходного сига в Ладожском озере остается неизученной.

Паразитофауна проходного сига в целом отличается рядом особенностей, обусловленных наличием речного периода жизни. Среди них выделяется исключительно слабая зараженность

простейшими и теми паразитами, которые связаны с реликтовыми ракообразными.

Паразитофауна ямного сига, в отличие от других форм, характеризуется наибольшим обеднением видового состава (14 видов в Пяозере, 15 – в Онежском и 13 – в Ладожском озере). Причиной этого является однообразие гидрофауны на больших глубинах, вследствие чего выпадают промежуточные хозяева целого ряда паразитов. В паразитофауне отсутствуют широкоспецифичные виды. Однако наблюдается самая высокая интенсивность заражения паразитами, связанными с реликтовыми ракообразными (*Echinorhynchus salmonis*).

Крупные экоформы ряпушки, известные в Ладожском и Онежском озерах (рипус, килец), по наличию специфичных видов паразитов не отличаются от мелкой ряпушки, обитающей в этих же водоемах (Пермяков, Румянцев, 1984; Румянцев и др., 1993; Румянцев, 1996; Румянцев, 2007). У них присутствуют специфичные виды *Chloromyxum coregoni*, *Discocotyle sagittata*, *Cystidicola farionis*, *Echinorhynchus salmonis*, *Cyathocephalus truncatus*, *Eubothrium salvelini*. Экологическая близость и сходный тип питания крупной ряпушки и глубоководного сига обеспечивают исключительное сходство в характере их паразитофауны.

## Заключение

В целом паразитофауна отдельных экологических форм сиговых рыб (ряпушка, сиг) в озерах определяется не столько их биологической неоднородностью, сколько типологией и зоогеографическим положением водоемов.

## Библиография

- Аникеева Л. В., Малахова Р. П., Иешко Е. П. Экологический анализ паразитов сиговых рыб. [Ecological analysis of whitefish parasites] Петрозаводск, 1983. 168 с.
- Бауер О. Н. Паразитофауна ряпушки из различных водоемов СССР [Parasitofauna of vendace from various reservoirs of the USSR] // Тр. Ленингр. общ. естествоисп. 1947. Т. 69, вып. 4. С. 7–21.
- Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. [Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries]. М.; Л.: Наука, 1949. Т. 1. 460 с. Т. 2. 460 с. Т. 3. 462 с.
- Мамонтова О. В. Паразитофауна лососевых рыб Ладожского озера: [Parasitofauna of salmonids in Lake Ladoga] автореф. дисс. ... канд. биол. наук. Петрозаводск, 2005. 28 с.
- Ментенёв В. К. Паразиты пресноводных рыб Кольского севера. [Parasites of freshwater fishes in the north of Kola Peninsula] Мурманск: Изд-во ПИНРО, 1997. 199 с.
- Новохацкая О. В. Паразитофауна рыб эвтрофируемых озер (на примере Сямозера): [Parasite fauna of fish in eutrophicated lakes (on the example of Syamozero)] автореф. дисс. ... канд. биол. наук. СПб., 2008. 26 с.
- Пермяков Е. В., Румянцев Е. А. Эколого-фаунистический анализ паразитов сига (*Coregonus lavaretus*) [Ecological and faunistic analysis of parasites of the whitefish (*Coregonus lavaretus*)] // Экология паразитических организмов в биогеоценозах Севера. Петрозаводск, 1982. С. 51–59.
- Пермяков Е. В., Румянцев Е. А. Паразитофауна лососевых (*Salmonidae*) и сиговых (*Coregonidae*) рыб Онежского озера [Parasitofauna of salmon (*Salmonidae*) and whitefish (*Coregonidae*) of Lake Onega] // Сборник научных трудов ГосНИОРХ. Л., 1984. Вып. 216. С. 112–116.
- Правдин И. Ф. Природные условия Сямозерской группы озер [Natural conditions in the lakes of Syamozero group] // Труды Сямозерской комплексной экспедиции. Т. 2. Петрозаводск, 1956. С. 5–22.
- Румянцев Е. А. Паразитофауна ряпушки и плотвы озер Куйто и ее динамика в зависимости от возраста хозяина [Parasitofauna of vendace and roach in the lake Kuitto and its dynamics depending on the age of the host] // Ученые записки Карельского педагогического института. 1966. № 4. Т. 19. Апрель. С. 79–91.
- Румянцев Е. А. Эволюция фауны паразитов рыб в озерах. [The evolution of parasite fauna of fishes in lakes]

Петрозаводск, 1996. 188 с.

Румянцев Е. А. Паразиты рыб в озерах Европейского севера. [Parasites of fish in the lakes of the Northern Europe] Петрозаводск, 2007. 250 с.

Румянцев Е. А., Иешко Е. П., Шульман Б. С. Паразитофауна некоторых рыб Ладожского озера [Parasitofauna of some fishes in Lake Ladoga] // Паразитологические исследования рыб Северного бассейна: сб. научн. тр. ПИНРО. 1993. С. 98–106.

## **The analysis of characteristic fauna of fish parasites of Coregonidae on the example of the lakes in Karelia)**

**MAMONTOVA**  
**Olga**

*Petrozavodsk state university, mamontova@petrsu.ru*

**RUMYANTSEV**  
**Yevgeny**

*PetrSU, rumyantsevea@mail.ru*

### **Keywords:**

parasite fauna  
fish  
Coregonidae  
lakes

### **Summary:**

The analysis of the parasite fauna of Coregonidae (*Coregonus albula*, *C. lavaretus*) in the lakes of Karelia is carried out. The changes connected with biological inhomogeneity of fish, typology and zoogeographical position of lakes are shown.

### **References**



УДК 581.6

## Результаты лихенометрического датирования каменных кладок в окрестностях г. Кандалакша (Россия, Мурманская область)

**МЕЛЕХИН**

ПАБСИ, melihen@yandex.ru

**Алексей Валерьевич**

**Ключевые слова:**

лихенометрия  
Мурманская область

**Аннотация:**

Проведена лихенометрическая датировка каменных сооружений в районе г. Кандалакша. Для уточнения датировки были заложены реперные площадки с известным возрастом (70 лет) в Печенгском районе Мурманской области. По нашим расчетам, возраст каменных кладок оказался в пределах от 60 до 80 лет, что соответствует данным дендрохронологии (75 лет).

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Рецензент: М. А. Фадеева

Получена: 10 октября 2014 года

Опубликована: 11 ноября 2014 года

### Введение

В мае 2014 г. Л. Е. Александровой и Г. Н. Александровым (Кандалакшский туристский информационный центр и Кольский центр охраны дикой природы) были инициированы работы по датированию антропогенных объектов на месте проектируемой особо охраняемой природной территории (ООПТ) «Кандалакшский берег». Для оценки возраста объектов были использованы лихенометрический метод и дендрохронологический как вспомогательный.

Целью проведенных исследований было датирование объектов «Кандалакшского берега» для выяснения их историко-культурного статуса.

Лихенометрический метод успешно применяется при определении возраста наземных памятников археологии (Rutherford et al., 2008), в датировании динамики ледников (Matthews, 1975; Соломина, Савоскул, 2000). Наши исследования не только подтверждают перспективность и точность лихенометрического датирования, но и дополняют массив данных о скорости роста различных видов лишайников в разных эколого-климатических условиях Европейской Субарктики.

### Материалы

Место обследования находится на юге Мурманской области, в окрестностях г. Кандалакша, на южном макросклоне горы Крестовой группы Кандалакшских гор, сложенных гранитами, гранитоидиоритами и сиенитами, на нашем участке, покрытом сосновыми и мелколиственными лесами, относящимися к подзоне Северной тайги (Атлас..., 1971). Климат района переходный от умеренного к субарктическому, лето очень короткое, прохладное, зима холодная, начинается с начала ноября, весна наступает только к концу апреля; 41 сутки, с 1—2 июня по 11—12 июля, отмечается полярный день; среднегодовая температура воздуха  $-0.4^{\circ}\text{C}$ ; абсолютный максимум  $+31.6^{\circ}\text{C}$ ; абсолютный минимум  $-43.5^{\circ}\text{C}$ ; относительная влажность воздуха 80 %; средняя скорость ветра 2.6 м/с (Кандалакша... 21.05.2014).

Для дендрохронологии были отобраны керны из сосен в двух местах: вдалеке от кладок и в непосредственной близости — из сосны, выросшей в кладку (рис. 1). Подсчет по кернам показал, что максимальный возраст деревьев в отдаленном старовозрастном сосняке — около 300 лет, возраст сосны



у кладки — 75 лет, что соответствует общему возрасту окружающего кладки молодого сосняка.



Рис. 1. Одна из кладок с примыкающей к ней сосной. Фото Александрова Г. Н. (с)

Fig. 1. One of structures with the adjoining pine. Photo Alexandrov G. N. (с)

Для лихенометрии был собран материал в количестве 9 образцов *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC. (здесь и далее названия таксонов приводятся по Santesson's online checklist... (29.10.2014)) с трех наиболее сохранившихся кладок. В табл. 1 дан список образцов с указанием условий произрастания и диаметра в миллиметрах. Приводимые здесь и далее образцы хранятся в гербарии лишайников КРАVG (Россия, Мурманская область, г. Кировск, ПАБСИ, лаборатория флоры и растительности). Место сбора для всех образцов: 67.12084, 32.467 (точность: 10 м); 30 м над ур. моря. Россия. Мурманская область. Кандалакшский район. Побережье Белого моря. Склон южной экспозиции. Сосняк. Кладка из камня. Даты сбора: 09.05.2014 и 17.05.2014.

Таблица 1. Список образцов *Rhizocarpon geographicum* (L.) DC.

| Положение и экспозиция поверхности | h   | Диаметр в мм |
|------------------------------------|-----|--------------|
| Наклонная северной эксп.           | 0.6 | 20           |
| Вертикаль южной эксп.              | 0.3 | 18           |
| Вертикаль южной эксп.              | 0.8 | 18           |
| Вертикаль северной эксп.           | 0.5 | 18           |
| Вертикаль западной эксп.           | 1   | 17           |
| Вертикаль северной эксп.           | 0.5 | 15           |
| Наклонная восточной эксп.          | 0.9 | 14           |
| Вертикаль северной эксп.           | 0.5 | 13           |
| Вертикаль южной эксп.              | 0.5 | 10           |

Примечания. h — высота (глубина) над средним уровнем поверхности почвы в метрах.

Позднее, при лихенофлористическом обследовании п-ова Средний летом 2014 г., были найдены пригодные для уточнения датировки реперные объекты — воронки от снарядов (рис. 2).





Рис. 2. Воронка на п-ове Средний с периодом образования между 1941 и 1944 гг. Диаметр 6 м, глубина 0.5 м. Фото Мелехин А. В. (CC-BY-SA)

Fig. 2. Shell-hole on the Srpednij Peninsula . Formation between 1941 and 1944. Diameter 6 m, depth 0.5 m. Photo Melekhin A. V. (CC-BY-SA)

Несмотря на удаленность п-ова Средний от Кандалакши (находятся в разных растительных подзонах (в подзоне Южных тундр и Северной тайги соответственно)), климатические различия реперной и датированной точек минимальны. В табл. 2 приведены лишь основные показатели, более полно представленные в Атласе... (1971).

Таблица 2. Различия в климатических показателях «Кандалакшского берега» и п-ова Средний

| Показатель                                           | п-ов Средний | Кандалакшский берег |
|------------------------------------------------------|--------------|---------------------|
| Среднегодовое количество осадков (мм)                | 550          | 600                 |
| Среднегодовая температура (°C)                       | >0           | >0                  |
| Суммарная солнечная радиация (ккал/см <sup>2</sup> ) | 65           | 75                  |

Мы не смогли использовать другие, более облесенные и подходящие по экологическим параметрам реперные точки с п-ова Средний, т. к. на них не оказалось измеренных видов, найденных на кандалакшских кладках, поэтому воспользовались тем, что есть: в табл. 3 приведен сравнительный список видов и размеров их слоевищ из известной по времени образования воронки (70 лет) и то же — для кандалакшских кладок. Место сбора из воронки: 69.65691, 31.83274 (точность: 3 м); 67 м над ур. моря. Россия. Мурманская область. Печенгский район. Побережье Баренцева моря. Тундра вороничная с березой на склоне горы на побережье Баренцева моря. Воронка от снаряда 1941—1944 гг. Дата сбора: 7.08.2014.

Таблица 3. Сравнительный список видов и размеров их слоевищ для кандалакшских кладок и воронки от снаряда 70-летней давности

| Виды                                                      | Диаметр в мм (максимальный), положение, высота-глубина в метрах |                                 |
|-----------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------|---------------------------------|
|                                                           | Кандалакшская кладка (х лет)                                    | Воронка 1941—1944 гг. (~70 лет) |
| <i>Rhizocarpon badioatrum</i> (Florke ex Spreng.) Th. Fr. | 19, вертикаль, +0.3                                             | 25, горизонталь, -0.5           |
| <i>Rhizocarpon eupetraeum</i> (Nyl.) Arnold               | 10, вертикаль, +0.5                                             | 12, горизонталь, -0.1           |
| <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) D C.                 | 20, наклонная, +0.6                                             | 27, горизонталь, -0.1           |
| <i>Umbilicaria hyperborea</i> (Ach.) Hoffm.               | 30, вертикаль, +1                                               | 32, вертикаль, -0.1             |

## Методы

При обследовании кандалакшских кладок были использованы два наиболее распространенных способа отбора данных для вычислений — по максимальному диаметру и по пяти максимальным диаметрам (Shakesby et al., 2004).

Диаметр лишайников измерялся линейкой с точностью до 1 мм, после чего отбирался образец для последующей идентификации и инсерции в гербарий.

Не во всех своих частях для кладок применим лихенометрический метод — местами поверхности некоторых блоков явно перенесенные. Но, во-первых, мы собирали материал с явно сколотых, при укладке блоков, поверхностей, а во-вторых, учитывали косвенные подтверждения правильности датировки.

Для определения возраста по лишайникам традиционно используются кривые роста, которые строятся на основе диаметров образцов с точно-датированных (реперных) объектов. Не имея на момент начала исследований «своих» реперных образцов, мы воспользовались литературными данными по Фенноскандии (Галанин и Глушкова, 2003), допустив, что рост лишайников не вышел за пределы так называемой линейной фазы (Innes, 1985), и приняли скорость роста, равной 0.3 мм в год. Это скорость роста, близкая к средней для Швеции и Норвегии (от 0.2 до 0.45 мм в год), что наиболее соответствует условиям района исследований. Скорости меньше средней по Фенноскандии подошли бы для жестких условий высокогорий или приполярных областей. Позднее были получены данные по воронкам из Печенгского района (недостаточные для построения кривых, но применимые в стадии линейного роста) и использованы для уточнения датировки кандалакшских объектов.

## Результаты

Из простого отношения диаметра *Rhizocarpon geographicum* к годовому приросту (пользуясь скандинавскими данными о скорости роста, равной 0.3 мм в год) получено для кандалакшских кладок: по максимальному диаметру — 67 лет; по пяти максимальным — 61 год. Простое отношение, при выбранной скорости роста, по-видимому, оптимальнее, чем логарифмическое, т. к. максимальный возраст, полученный, например, по замедляющему уравнению ( $t=10^{1.8601+0.0054 \times d}-60$ , где  $t$  — искомый возраст,  $d$  — диаметр лишайника), преобразованному из приводимого R. A. Shakesby et al. (2004) для приледниковых участков гор Южной Норвегии, равен лишь 33 годам.

При использовании скорости роста разных видов, вычисленных по реперной точке на п-ове Средний (по простому отношению), был получен возраст от 51 до 65 лет (табл. 4), что в среднем меньше вычисленного по среднескандинавским скоростям роста *Rhizocarpon geographicum*.

Таблица 4. Диапазон возраста кандалакшских кладок, вычисленный на основании скорости роста разных видов лишайников из 70-летней воронки на п-ове Средний. Использован способ «по максимальному диаметру»

| Виды                                                      | Возраст кандалакшской кладки, вычисленный по скорости роста для воронки | Скорость роста видов в линейной стадии для воронки 1941—1944 гг. (~70 лет) — мм в год |
|-----------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| <i>Rhizocarpon badioatrum</i> (Florke ex Spreng.) Th. Fr. | 53                                                                      | 0.36                                                                                  |
| <i>Rhizocarpon eupetraeum</i> (Nyl.) Arnold               | 59                                                                      | 0.17                                                                                  |
| <i>Rhizocarpon geographicum</i> (L.) D C.                 | 51                                                                      | 0.39                                                                                  |
| <i>Umbilicaria hyperborea</i> (Ach.) Hoffm.               | 65                                                                      | 0.46                                                                                  |

Известно, что можно как увеличивать полученный с помощью лихенометрии возраст на 10 лет, так и варьировать его в обе стороны на 20 % исходя из двух допущений: специалисты часто указывают

на наличие 10-летнего «периода заселения» (Галанин, 2000), который можно смело прибавлять к полученному возрасту; общепринято считать точность лихенометрического датирования равной 20 % (Соломина и др., 2000). Учитывая период зарастания и ошибку, получаем по среднескандинавской скорости  $67 + 10 = 77 \pm 20 \%$ ; по скорости роста лишайников из воронок п-ова Средний минимум  $51 + 10 = 61 \pm 20 \%$ , максимум  $65 + 10 = 75 \pm 20 \%$ .

## Обсуждение

Относительную молодость объектов (создание их в XX веке — не раньше) подтверждает, кроме того, ряд косвенных признаков:

- как между блоками кладки, так и сверху, сбоку нет сколько-нибудь заметного слоя почвы;
- отсутствует развитый растительный покров сверху кладок, если не считать тонкого слоя опада из хвои, где выросли кладонии, степень и видовой состав обрастаний которых соответствует первичной стадии пионерного заселения (лет 40—60);
- отсутствие в кладке и на кладке остатков частей деревьев, золы, углей, следов обжига и закопчения указывает на первичность образования тех обрастаний, которые являются явно свежими (сколотыми, неперенесенными), и это же указывает на одновозрастность объекта и окружающего сосняка — после сложения кладок не было пожарной или другой катастрофической смены окружающего сообщества и напочвенного растительного покрова, следовательно, и возраст примыкающих к кладке деревьев довольно точно соответствует возрасту окончания укладки самих кладок. В то же время отсутствие перенесенных лишайников на явно несколотых поверхностях камня внутри кладки объясняется быстрым отмиранием и сгниванием (в течение нескольких лет) перенесенных лишайников, попавших в микроместообитание, не соответствующее эконише вида;
- сравнение рис. 1 (кандалакшская кладка) и рис. 3 (остатки укрепления 1941—1944 гг.) дает грубое (качественное) представление о возрасте первого объекта: укрепление 70-летней давности уже покрыто вполне сложившимся растительным покровом, почти весь каменистый материал скрыт под образовавшейся почвой; кладка под Кандалакшей только начинает обрастать накипными лишайниками.





Рис. 3. Остатки укреплений периода 1941—1944 гг. Фото Мелехин А. В. (CC-BY-SA)  
Fig. 3. Remains of fortifications of the period of 1941—1944. Photo Melekhin A. V. (CC-BY-SA)

При дальнейшем обследовании объектов проектируемого ООПТ «Кандалакшский берег» стоит с большой осторожностью использовать методы лихенометрии. Необходимо учитывать множество факторов: нелинейность роста лишайников после 100—150 лет, сукцессионные смены (Галанин, 2000); сильное влияние параметров микроместообитания на скорость роста и саму возможность заселения поверхности выбранным видом; возможность перенесенности слоевищ; возможность неоднократного погребения объекта с последующим вскрыванием, что характерно для особенно древних объектов.

До этого исследования нами предполагалось, что лихенометрическими реперами могут послужить любые сооружения времен войны 1941—1945 гг. (на п-ове Средний до 1944 г.). Опыт показал неприемлемость использования большинства укреплений как реперных ввиду ряда причин: для строительства почти всех укреплений использовался необработанный камень, содержащий на своих поверхностях перенесенные слоевища; иногда нельзя точно датировать возраст укрепления из-за продолжающихся со времен войны и по сей день учений. Из обследованных объектов пригодными для лихенометрии оказались лишь немногие окопы или остатки землянок, из стен которых торчали явно неперенесенные каменистые поверхности, а также большие воронки от снарядов (рис. 2). Последние объекты видятся наиболее перспективными, т. к. при гарантированной чистоте субстрата на момент образования они легко поддаются грубой датировке (по состоянию растительного покрова, деревьям и т. п.). Небольшим недостатком воронок является их отрицательность в рельефе, что сильно влияет на состав лишайникового покрова: в исследованной нами воронке диаметром 6 м и глубиной до 0.5 м полностью исчезает «основной индикаторный вид» — *Rhizocarpon geographicum* — на глубине ниже 0.3 м. Этот факт не только заставляет не считать данный вид основным и предпочтительным в лихенометрии, но и сужает применимость лихенометрического способа в датировке из-за большого влияния экологического фактора; с другой стороны, это подтверждает верность выбора метода «по максимальному диаметру». Перечисленные выше ограничения не мешают использовать данные по

воронкам и любым другим реперам, если расширить диапазон индикаторных видов и обязательно учитывать параметры микроместообитания (высоту-глубину, освещенность и ориентацию поверхности) как на реперных поверхностях, так и на датируемых.

## Заключение

Учитывая все приведенные данные (дендрохронологическое и лихенометрическое датирование, косвенные), мы делаем вывод: обследованным объектам не более 60–80 лет (начало зарастания в интервале между 1930-ми и 1950-ми гг.).

Наличие реперов, более близких географически и экологически, повысило бы точность и позволило бы построить кривую роста для датировки более старых объектов. Но судя по доступным научным источникам, подобное обследование проводилось в Мурманской области впервые (лихеноиндикационные исследования (например, Аблаева, 1981), изучение восстановления растительности (например, Пушкина, 1960) и другие подобные работы не включали в себя лихенометрию). И хотя уже найдено несколько реперных точек, все же наша работа имеет предварительный, сигнальный характер. Следующим, а точнее первым, этапом в лихенометрических исследованиях в регионе должен стать этап закладки реперных площадок и обнаружение первичных данных по ним. Для увеличения точности датировок в будущем необходимо увеличивать их число, а для построения корректных кривых роста — найти как можно большее количество как можно более старых (более 100 лет) и разновозрастных точек с тщательной проверкой на перенесенные слоевища и учетом климатических и экологических условий.

## Библиография

Аблаева З. Х. Лихеноиндикационное картирование Лапландского заповедника [Lichenoidication mapping of the Lapland Reserve] // Природа Севера и ее охрана: Проблемы охраны естественной среды и опыт организации природоохранных мероприятий в Мурманской области. 1981. С. 38—43.

Атлас Мурманской области [Atlas of the Murmansk province]. М., 1971. 40 с.

Галанин А. А., Глушкова О. Ю. Лихенометрия [Lichenometry] // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2003. № 3. С. 22—52.

Галанин А. А. Лихенометрический метод датирования: Идентификация и оценка возраста процессов современной морфодинамики в горах Северо-Востока России [Lichenometric dating method: Identification and assessment of the age of processes of modern morphodynamics in the mountains of the North-East of Russia] // Страница лаборатории неотектоники, геоморфологии и проблем россыпеобразования СВКНИИ ДВО РАН. URL: <http://academnet.neisri.ru/academnet/neisri/lab/neotecton/lihen/lichenometry> (дата обращения 21.05.2014).

Кандалакша [Kandalaksha] // Wikipedia. URL: <http://ru.wikipedia.org/wiki/Кандалакша> (дата обращения 21.05.2014).

Пушкина Н. М. Естественное возобновление растительности на лесных гарях [Natural regeneration of the forest vegetation on burned areas] // Тр. Лапландск. гос. заповедника. 1960. Вып. 4. С. 5—126.

Соломина О. Н., Савоскул О. С. Ледники западной и северной периферии Тянь Шаня за 2000 лет [Glaciers of the western and northern periphery of the Tien Shan for 2000 years] // Геоморфология. 1997. № 1. 1997. С. 78—86.

Соломина О. Н., Жидков В. А., Москалевский М. Ю. Новые данные по лихенометрии морен Полярного Урала [New data by lichenometry moraines of Polar Urals] // Материалы гляциологических исследований. 2000. Вып. 90. С. 57—68.

Innes J. L. Lichenometry // Progress in Physical Geography. 1985. Vol. 9. № 2. P. 187—254.

Matthews J. A. Experiments on the reproducibility and reability of lichenometric datas, Storbreen gletchervorfeld, Jotunheimen, Norway // Norsk geografisk Tidsskrift. 1975. № 29. P. 97—109.

Rutherford S., Shepardson B., Stephen J. A preliminary lichenometry study on Rapa Nui — the Rapa Nui youth involvement program report // Rapa Nui Journal. 2008. 22(1). 2008. P. 40—47.

Santesson's online checklist of Fennoscandian lichen-forming and lichenicolous fungi. URL: <http://130.238.83.220/santesson/home.php?link=Home> (дата обращения 29.10.2014).

Shakesby R. A., Matthews J. A., Winkler S. Glacier variations in Breheimen, southern Norway: relative-age dating of Holocene moraine complexes at six high-altitude glaciers // Holocene. 2004. Vol. 14. Issue 6. P. 899—910.

### **Благодарности**

Автор выражает благодарность Г. Н. Александрову и Л. Е. Александровой за инициацию данного обследования, предоставленные материалы (в том числе фото) и помощь в работе. Большую методическую помощь оказал один из специалистов по лихенометрии в России д. г. н. А. А. Галанин. Большое спасибо за преобразования логарифмических уравнений математику Д. Г. Степенщикову.

## Results of lichenometric dating of masonry in the outskirts of Kandalaksha city (Russia, Murmansk region)

**MELEKHIN**  
**Alexey**

*PABGI, melihen@yandex.ru*

### **Keywords:**

lichenometry  
Murmansk region

### **Summary:**

The lichenometric dating of masonry in the area of Kandalaksha city was carried out. For more accurate dating, the reference sites with known age (70 years) were laid in Pechenga district (Murmansk region). According to our calculations, the age of masonry was in the range of 60 to 80 years, that is consistent with dendrochronology data (75 years).

### **References**



УДК 591.69

## О некоторых эколого-фаунистических особенностях паразитов рыб крупных олиготрофных озер Карелии

**РУМЯНЦЕВ**  
**Евгений Алексеевич**

ПетрГУ, [rumyantsevea@mail.ru](mailto:rumyantsevea@mail.ru)

### Ключевые слова:

паразит  
фауна  
озера  
рыбы

### Аннотация:

Проведен эколого-фаунистический анализ паразитов рыб некоторых крупных олиготрофных озер Карелии, которые типологически относятся к разным классам. Показано наличие существенных различий в паразитофауне рыб.

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Получена: 07 ноября 2014 года

Опубликована: 03 декабря 2014 года

### Введение

Нами рассмотрена в общем аспекте фауна паразитов рыб самых крупных олиготрофных озер Карелии – Куйто, Янисъярви, Пяозера, Онежского и Ладожского. Паразитофауна рыб в этих озерах хорошо изучена (Румянцев, 1966; Румянцев и др., 1984, 1993; Румянцев, Маслов, 1985; Румянцев, Пермяков, 1994; Румянцев, 2007). Мы не ставили целью приводить здесь полные списки видового состава паразитов, которые имеются в указанных выше работах. Остановимся лишь на некоторых отличительных особенностях паразитофауны рыб в этих озерах.

### Методы

При анализе паразитов рыб использован метод фаунистических комплексов Г. В. Никольского (1947).

### Результаты

Что касается озер Куйто и Янисъярви, то они относятся к классу олиготрофных дистрофирующихся озер. В них наблюдается выпадение некоторых представителей бореального предгорного комплекса, таких как *Tetraonchus borealis*, *Dactylogyrus borealis*, *Gyrodactylus thymalli*, *Cyrtodicoloides tenuissima*, *Salmincola thymalli*. Обеднение арктической пресноводной фауны менее выражено и касается главным образом не видового состава паразитов, а количественных показателей зараженности ими. Больше всего ограничивается развитие видов паразитов, промежуточными хозяевами которых являются реликтовые раки (*Cyathocephalus truncatus*, *Echinorhynchus salmonis*, *Cystidicola farionis*). Озера Куйто и Янисъярви имеют еще одну важную особенность. Только в них обитает нематода *Philonema sibirica*, считавшаяся ранее эндемиком Сибири. Ее нет в других озерах Карелии.

Сокращается также в озерах данного класса разнообразие и численность паразитов, связанных с зообентосом, так как развитие последнего лимитируется железорудными отложениями на дне этих водоемов. В то же время паразиты, жизненный цикл которых протекает при участии зоопланктона, как правило, отличаются высокой численностью (цестоды родов *Proteocephalus*, *Triaenophorus*, *Diphyllbothrium*). При общем обеднении зоопланктона в этих озерах больший удельный вес в питании рыб-планктофагов приобретают копеподы. В результате возникают благоприятные возможности для заражения этими паразитами.



Пяозеро относится к классу ортокладиновых озер. Будучи преимущественно субарктическим водоемом, оно менее других озер уклонилось от своего исходного олиготрофного состояния. Обеднение затрагивает в нем многих инфузорий, миксоспоридий, моногеней. Озеро отличается самым высоким удельным весом видов паразитов бореального предгорного и арктического пресноводного фаунистических комплексов. Максимальное развитие имеют виды паразитов, приуроченные к лососевидным рыбам. Характерно присутствие рачков рода *Salmincola*. Роль бореального равнинного комплекса в нем снижена до минимума. Виды паразитов, специфичные для карповых рыб, практически выпадают. Присутствуют только немногие эвритермные представители палеарктической группы. Количественные показатели развития большинства из них невысокие. Полностью отсутствуют элементы понто-каспийской и амфибореальной экологических групп.

Онежское и Ладожское озера образуют класс гамма-ракантовых озер. Помимо общности происхождения и типологии, они занимают одинаковое географическое положение, находясь на стыке двух зоогеографических подобластей Голарктики – Циркумполярной и Средиземноморской. Фауна паразитов рыб в этих озерах обнаруживает очень большое сходство и характеризуется самым большим разнообразием (до 400 видов). Основу ее составляют три хорошо развитых фаунистических комплекса – бореальный предгорный, арктический пресноводный и бореальный равнинный. Для паразитофауны лососевых рыб очень характерно наличие таких видов паразитов, как *Myxidium salvelini*, *Gyrodactylus salvelinus*, *Tetraonchus borealis*, *Salmincola salmoneus*, *S. thymalli*, *S. edwardsii*. Большое разнообразие видов обусловлено крупными размерами озер и наличием в них многих экологических ниш. В эти озера проникли многие представители бореального равнинного и других комплексов. Эти изменения были весьма существенными и привели к образованию наиболее богатой в видовом отношении фауны паразитов рыб по сравнению с другими озерами. Однако озера сохраняют свой типологический статус. Формирование фауны паразитов рыб этих озер происходило на месте существовавших некогда приледниковых озер. Основное насыщение их гидробионтами протекало за счет иммигрантов с юга, через бассейн реки Волги и существующую систему приледникового стока. Это касается не только представителей сравнительно теплолюбивой фауны, но и многих ледовитоморских и других видов.

Общность типологии Онежского и Ладожского озер и большое сходство их фауны не означает ее идентичности. В паразитофауне рыб этих озер имеются и весьма существенные различия. Самое главное отличие состоит в том, что в Ладожском озере сохраняются некоторые морские реликты фауны, такие как морской таракан (*Mesidothea entomon vatterensis*) и нерпа (*Phoca hispida ladogensis*). Из паразитов ладожских рыб к морским реликтам относятся скребни *Corynosoma semerme* и *C. strumosum*, которых нет в Онежском озере. В Ладожское озеро периодически проникают некоторые морские паразиты вместе с проходными рыбами. Это трематода *Brachyphallus crenatus*, скребень *Echinorhynchus gadi* и нематода *Thynnascaris adunca*. В то же время следует отметить, что находки скребня *Pomphorhynchus laevis* в нашем материале не подтверждены. Этот водоем за последние десятилетия испытывал процессы загрязнения и эвтрофикации, протекающие в литоральной зоне. Имел место также завоз ряда гидробионтов в связи с проведением рыбоводных работ в бассейне этого водоема. Из паразитов – недавних иммигрантов можно отметить рачка *Neoergasilus japonicus* и скребня *Paracanthocephalus tenuirostris*.

Одна из отличительных особенностей паразитофауны рыб Онежского озера – присутствие в водоеме ряда ледовитоморских элементов. К ним относятся пиявка *Acanthobdella peledina*, моногеней *Gyrodactylus salvelinus* и миксоспоридия *Leptotheca schulmani*. Наличие их в фауне свидетельствует о том, что этот водоем не испытывал в голоцене значительного влияния трансгрессии моря. Онежское озеро имело более тесные связи с существовавшей системой приледниковых озер. Именно в них происходило формирование пресноводных экологических форм лососевых и сиговых рыб (озерные формы лосося, сига и ряпушки) и некоторых специфичных для них паразитов, в частности *Gyrodactylus salaris*.

Еще одна особенность сводится к тому, что в Онежском озере, в отличие от Ладожского, наблюдается более широкое распространение и более высокая зараженность рыб теми паразитами, жизненный цикл которых связан с реликтовыми ракообразными, в частности скребнем *Echinorhynchus salmonis*. Это является отражением тех изменений, которые испытывают оба водоема в последние годы. В Онежском озере естественный процесс эвтрофикации сопровождается увеличением численности реликтовых ракообразных (*Pontoporeia affinis*). В Ладожском озере, в котором были более выражены процессы антропогенного эвтрофирования и загрязнения, эти реликтовые раки не претерпели сколько-нибудь заметного увеличения численности.

## **Заключение**

Таким образом, фауна паразитов рыб в двух крупнейших озерах Европы – Онежском и Ладожском, несмотря на большое сходство, имеет существенные различия, связанные, в частности, с неодинаковым распространением морских и гляциальных реликтов.

## **Библиография**

Никольский Г. В. О биологической специфике фаунистических комплексов и значении ее анализа для зоогеографии [On the biological specificity of faunal assemblages and the values of its analysis to zoogeography] // Зоол. журн. 1947. Т. 26. Вып. 3. С. 221–232.

Румянцев Е. А. Паразитофауна ряпушки и плотвы озер Куйто и ее динамика в зависимости от возраста хозяина [Parasitofauna vendace and roach lakes Kuito and its dynamics depending on the age of the host] // Ученые записки Карельского пед. ин-та. Вып. 19. Петрозаводск, 1966. С. 79–91.

Румянцев Е. А. Паразиты рыб в озерах Европейского Севера. [Parasites of fish in the lakes of Northern Europe] Петрозаводск, 2007. 250 с.

Румянцев Е. А., Иешко Е. П., Шульман Б. С. Паразитофауна некоторых рыб Ладожского озера [Parasitofauna of some fish of the Ladoga lake] // Паразитологические исследования рыб Северного бассейна: Сб. науч. тр. ПИНРО. Мурманск, 1993. С. 98–106.

Румянцев Е. А., Маслов С. Е. Паразиты рыб Янисъярви [Parasites of fish in Janisjarvi] // Экология паразитических организмов. Петрозаводск, 1985. С. 42–53.

Румянцев Е. А., Пермьяков Е. В., Алексеева Е. Л. Паразитофауна рыб Онежского озера и ее многолетние изменения [Fish parasite of the Onega lake and their long-term changes] // Сб. науч. тр. ГосНИОРХ. 1984. Вып. 216. С. 117–133.

Румянцев Е. А., Пермьяков Е. В. Паразиты рыб Пяозера [Parasites of fish in Pyaozero] // Экологическая паразитология. Петрозаводск, 1994. С. 53–78.

## On some ecological and faunistic peculiarities of fish parasites in large oligotrophic lakes of Karelia

**RUMJANTSEV**  
**Yevgeny**

*PetrSU, rumyantsevea@mail.ru*

### **Keywords:**

parasite  
fauna  
lakes  
fishes

### **Summary:**

The ecological and faunistic peculiarities of parasite fauna of fishes in large oligotrophic lakes of Karelia were studied. These lakes belong typologically to different classes. The presence of glacial species of parasites in Onega Lake and sea relict representatives in Ladoga lake is shown.

### **References**



## Во славу Дисперсии

**ЛИННИК**  
**Юрий Владимирович**

Петрозаводский государственный университет,  
[yulinnik@yandex.ru](mailto:yulinnik@yandex.ru)

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Получена: 07 ноября 2014 года

Опубликована: 11 ноября 2014 года

**Ивантер Э. В., Коросов А. В. Введение в количественную биологию. Петрозаводск: Изд-во ПетрГУ, 2011. 304 с.**

Подумать только: еще совсем недавно дискутировался вопрос, какая наследственность действует в природе: *слитная* или *корпускулярная*?

С обсуждения этой проблемы начинается легендарная книга Рональда Фишера «Генетическая теория естественного отбора». Автор утверждает: именно благодаря тому, что восторжествовал корпускулярный подход, удалось понять важнейшее свойство живого – *способность сохранять дисперсию в течение неопределенно длительного времени*.

Дисперсия!

Это ширящийся разброс признаков – накопление разнообразия – рост информации.

Жизнь работает против энтропии.

Прогрессирующая дисперсия – ее главная сила.

В превосходной книге Э. В. Ивантера и А. В. Коросова неоднократно обсуждается так называемая *нулевая гипотеза*. Вот некоторые ее формулировки:

– *Отличия недостоверны* (с. 14).

– *Средние не отличаются* (с. 91).

– *Предполагается отсутствие различий между сравниваемыми распределениями* (с. 110).

Универсум, отвечающий *нулевой гипотезе*, являл бы из себя максимум энтропии. Собственно, он вообще не мог бы осуществиться – ибо вот условие космогенеза: Единое должно перейти во Многое – а это и есть дисперсия.

Проекцией *нулевой гипотезы* на социум будет монолитное единство партии и народа. Инакомыслие искореняется! Конечные результаты плачевны – если не летальны.

В труде Э. В. Ивантера и А. В. Коросова есть обнадеживающий раздел, озаглавленный так: «*Требование максимума дисперсии*» (с. 231–232).

Присоединяюсь к этому требованию, адресуя его нынешней власти!

Но вернемся к биометрии.

Есть у меня такое наблюдение – быть может, спорное: если у Ф. Гальтона и К. Пирсона преобладал интерес к синергии признаков, то Р. Фишера, наоборот, больше волнует их расщепление и расхождение. Не случайно он внес фундаментальный вклад в развитие дисперсионного и дискриминантного анализа.

Монографию Э. В. Ивантера и А. В. Коросова я прочел дважды.

Первоначально – в порядке общего ознакомления, второй раз – избирательно: под углом зрения проблемы дисперсии, понятой широко – в аспекте становления и развития биоразнообразия.

Выявляются интересные параллелизмы, связывающие разные науки в общей для них тенденции: увязать эволюцию с негэнтропией, а последнюю – с информацией.

Замена И. Кеплером круговых орбит на эллиптические уменьшила симметрию мира, но усилила его динамизм.

Нечто подобное являет нам биометрия – под одним из графиков в рецензируемой книге читаем

такую подпись: «Взаимодействие признаков есть "растягивание" окружности в эллипс» (с. 165).

Понятно, что наша аналогия – весьма абстрактная. Но в плане системных обобщений она имеет смысл. Быть может, не только игровой, но и фундаментальный смысл! Впрочем, эти аспекты не следует разводить – часто они совпадают.

Выпадение осей симметрии уже давно рассматривается как информационный критерий развития.

В. И. Вернадский показал: в явлениях жизни преобладает *правизна*.

Случайно ли в ряде биометрических распределений мы тоже видим *правосторонний* крен (с. 78)?

Физика неуклонно увеличивает размерность пространства-времени в своих моделях.

Четырехмерное многообразие Минковского – пятимерная Вселенная Калуцы – 26 измерений в теории струн: эскалация налицо.

Нечто подобное мы обнаруживаем и в биометрии – читаем у авторов книги: «*Теоретической основой для методов многомерной статистики служит понятие гиперпространства*» (с. 213).

Хотите утвердиться в центральной точке?

Она релятивизована – по сути ее нет. Взамен вам предлагается *облако точек* – зыблясь, оно увеличивается на глазах.

Это действует дисперсия.

Жизнь культивирует различия, несходства, неодинаковости.

Благословенно *среднее квадратичное отклонение*! Наследник эпикурейского *clinamen*, оно неустанно разнообразит бытие – действует против нивелира.

Корреляция – и дисперсия: жизнь ведет сразу две линии, узорно переплетая их. Вот философски значимый вывод, который делают авторы: «*чем сильнее объекты отличаются, тем корреляция выше*» (с. 194).

Натуралист делает *выборку* из колоссального разнообразия признаков. Как это похоже на *звездные черпки* Вильяма Гершеля! У тебя в руках – малое, но ты экстраполируешь – на великое. И не ошибаешься. Через случайное, вариативное с тобой доверительно говорит гармония мира.

## **For the glory of Dispersion**

**LINNIK**  
**Yury**

*PetrSU, yulinnik@yandex.ru*

### **References**



## «Он шагнул из траншеи с автоматом на шее»

**КОРОСОВ**  
**Андрей Викторович**

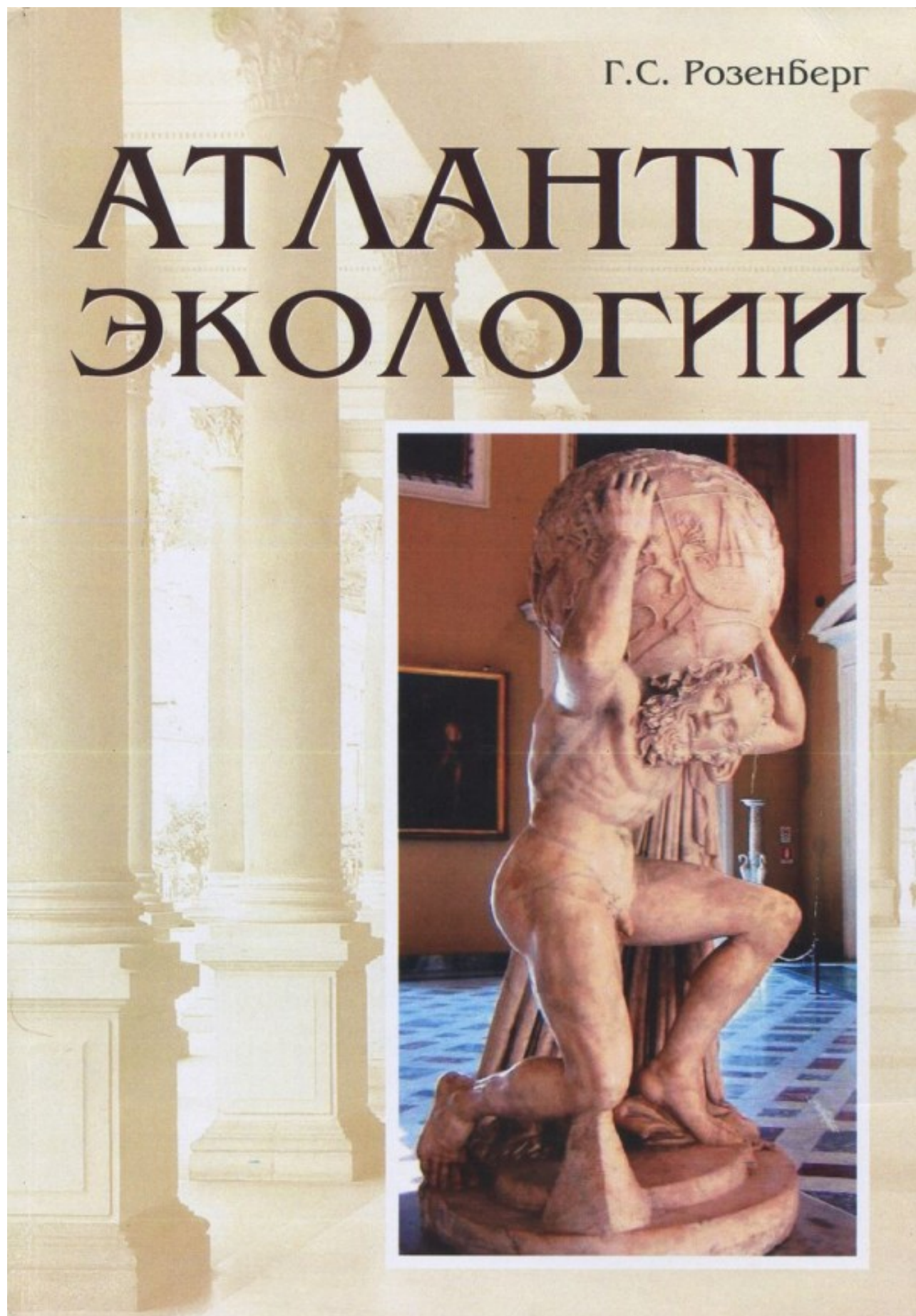
*Петрозаводский государственный университет,  
korosov@psu.karelia.ru*

© 2014 Петрозаводский государственный университет

Получена: 25 ноября 2014 года

Опубликована: 03 декабря 2014 года

Только я начал читать книгу Г. С. Розенберга «Атланты экологии» (2014), как положительные эмоции стали зашкаливать и захотелось в самых высокопарных выражениях начать превозносить эту работу в анонсе очередного выпуска нашего журнала. Однако очень скоро стала явной ничтожность любых хвалебных эпитетов для оценки этой книги. Стоит начать ее чтение буквально с любой страницы, как перед читателем раскрывается глубокий внутренний мир, взлеты и падения, драматические события, самоотверженные поступки и трагические повороты судеб творцов современной экологии. В книге есть все – и про них, и про нас. Здесь мы находим факты биографии известных и выдающихся ученых, очерки становления их научных представлений, составленные Г. С. Розенбергом аннотации важнейших трудов, цитаты и аналитический обзор различных точек зрения на предмет этих исследований, описание эволюции решения экологических проблем и варианты их решения самим Г. С. Розенбергом, а также очень часто – и описание личных отношений с персонажем. Такое сочетание – предельно конкретное изложение фактов и пристрастное отношение автора к персоне – дает читателю неповторимое ощущение сопричастности к описываемым событиям. А для профессионалов, знакомых с теорией и практикой экологии, еще и впечатление сотворчества – понимание источников той или иной научной идеи и ощущения личного «соучастия» в формировании научных выводов по данной теме. В этом мне видится выдающаяся ценность работы – она физически позволяет воплотить в жизнь «принцип сочувствия» С. В. Мейена, в соответствии с которым критика только тогда может быть конструктивной, когда оппонент интеллектуально прошел авторский путь построения парадигмы. Похожее ощущение у меня возникало только при чтении книг Ирвинга Стоуна «Происхождение» и Даниила Гранина «Зубр», но в этих работах художественные образы отодвигали научные проблемы на второй и третий план. В работе же Г. С. Розенберга на первом месте – ученый, а сопроводительный текст раскрывает его становление и, следовательно, содержательно мотивирует подготовленного читателя к тому же. Книга не только приближает «атлантов» к читателям – но и возвышает их самих (хотя бы мысленно). Кем быть... каким быть...





### **Библиография**

Розенберг Г. С. Атланты экологии. [Atlantes of ecology] Тольятти: Кассандра, 2014. 411 с.

## **"He stepped out of the trench armed with a gun"**

**KOROSOV**  
**Andrey**

*Petrozavodsk State University, korosov@psu.karelia.ru*

### **References**