



HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

12 / 2017



Информационно-аналитический центр Совета ботанических садов России
при Ботаническом саде Петрозаводского государственного университета

HORTUS BOTANICUS

Международный электронный журнал ботанических садов

12 / 2017

ISSN 1994-3849

Эл № ФС 77-33059 от 11.09.2008

Главный редактор

А. А. Прохоров

Редакционный совет

П. Вайс Джексон
А. С. Демидов
Т. С. Маммадов
В. Н. Решетников
Т. М. Черевченко

Редакционная коллегия

Г. С. Антипина
Е. М. Арнаутова
А. В. Бобров
Ю. К. Виноградова
Е. В. Голосова
Ю. Н. Карпун
В. Я. Кузеванов
Е. Ф. Марковская
Ю. В. Наумцев
Е. В. Спиридович
К. Г. Ткаченко
А. И. Шмаков

Редакция

А. В. Еглачева
С. М. Кузьменкова
К. О. Романова
А. Г. Марахтанов

Адрес редакции

185910, Республика Карелия, г. Петрозаводск, ул. Красноармейская, 31, каб. 12.

E-mail: hortbot@gmail.com

<http://hb.karelia.ru>

© 2001 - 2017 А. А. Прохоров

На обложке:

Оранжереи Главного ботанического сада им. Н. В. Цицина Российской Академии Наук

Разработка и техническая поддержка

Отдел объединенной редакции научных журналов ПетрГУ, РЦ НИТ ПетрГУ,
Ботанический сад ПетрГУ

Петрозаводск

2017

Сохранение, мобилизация и изучение генетических ресурсов растений

Особенности онтогенетического развития и репродуктивной биологии *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. в условиях разных световых режимов местопроизрастания в степной зоне

ПРИВАЛКО
Лидия Васильевна

Донецкий ботанический сад, lida.privalko@mail.ru

Ключевые слова:
садоводство, онтогенез, декоративность, репродуктивная биология, освещённость местопроизрастания, степная зона, *Rhodiola*, *Crassulaceae*

Аннотация: Представлены результаты изучения онтогенеза первых 7 лет жизни *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. в условиях Донецкого ботанического сада. Установлено, что с третьего по седьмой годы жизни растения декоративны и могут использоваться в озеленении региона. Плодоношение генеративных особей ежегодное, при этом самосев единичный и нерегулярный. Выявлено достоверное влияние освещённости местопроизрастания на качественные и количественные показатели семян. Для семенного размножения *R. kirilowii* маточники рекомендовано выращивать на участках с высокой освещённостью. Определена укореняемость черенков *R. kirilowii* в условиях защищённого грунта в песке и почвосмеси и сразу в открытом грунте на освещённых и затенённых участках. Установлено, что укоренение целесообразнее проводить сразу на постоянном месте в цветочной композиции, независимо от освещённости будущего местопроизрастания.

Рецензент: Р. А. Карпизонова

Получена: 15 марта 2017 года

Подписана к печати: 16 сентября 2017 года

Введение

В связи с активным привлечением в зелёное строительство видов природной флоры возникла необходимость в анализе, выявляющем характер взаимоотношений между растительными организмами и факторами окружающей среды их новых местопроизрастаний.

В частности, особенности репродуктивной биологии вида целесообразно определять, учитывая влияние освещённости, так как, в зависимости от условий светового режима и качественного состава света, у растений меняется биосинтез функционально-активных продуктов, что приводит к изменению морфогенеза (Куперман, 1978; Ничипорович и др., 1985). Наличие и регулярность плодоношения, качественные и количественные показатели семян свидетельствуют о приспособленности и адаптации вида к данным условиям

произрастания.

Виды рода *Rhodiola* L. (Родиола) семейства *Crassulaceae* DC. растут в горных системах Центральной Азии, Восточной и Западной Европы, на Памире, Тянь-Шане, Алтае, в Саянах, реже – в Северной Америке на каменистых почвах, по скалам, на лесных лугах, альпийских лужайках (Флора Казахстана, 1961; Флора Западной Сибири, 1964; Краснов и др., 1979). Засухостойчивы, морозостойки, нетребовательны к плодородию почвы и декоративны в течение длительного периода (Привалко, 2010), поэтому заслуживают более широкого использования в фитодизайне.

R. kirilowii (Regel) Maxim. в условиях культуры в Донецком ботаническом саду (ДБС) ранее успешно прошла интродукционное испытание и получила высокую оценку декоративности при выращивании как на хорошо освещённых, так и на затенённых участках (Привалко, 2010).

Цель работы – изучить онтогенез *R. kirilowii* (Regel) Maxim. первых 7-ми лет жизни и выявить особенности её репродуктивной биологии в условиях разной освещённости в степной зоне. Для этого определяли периоды прохождения растениями возрастных состояний, их морфометрические параметры и время вступления в период декоративности, проанализировали наличие и регулярность плодоношения, качественные и количественные показатели семян, а также укореняемость черенков в условиях защищённого грунта в песке и почвосмеси и сразу в открытом грунте на освещённых и затенённых участках.

Объекты и методы исследований

R. kirilowii – вегетативно неподвижный стержнекорневой короткокорневищный многолетник; гемикриптофит; мало- или умеренно требовательный к плодородию почвы; энтомофильный барохорный эуксерофит; сциогелиофит, петрофит, хасмофит (Raunkiaer С., 1907; Серебряков И. Г., 1962; Зиман С. Н., 1976; Бельгардт А. Л., 1980; Тарасов В. В., 2005). Экологически приурочена к трещинам скал, склонам, перевалам Средней Азии (Тянь-Шань, Памиро-Алай, Тибет) (Борисова А. Г., 1970).

Мобилизацию объекта исследования провели семенами, полученными в 2003 году из Мюнхенского ботанического сада (Германия). Видовое название указано с учетом современных номенклатурных сводок (The Plant List, 2013).

ДБС расположен в Донецком округе Приазовско-Черноморской степной и Причерноморской степной провинций Европейско-Азиатской степной зоны Голарктического Доминиона (Геоботаничне районування Української РСР, 1977). Для района характерна годовая суммарная солнечная радиация 1200–1400 кВт/м². Среднегодовое количество осадков 450–520 мм, из них за вегетационный период выпадает 260–310 мм. Наибольшее их количество приходится на первую половину лета, наименьшее – на февраль. Количество засушливых дней – 38–59. Засухи и суховеи отмечаются преимущественно во второй половине лета, а в отдельные годы и весной. Средняя годовая температура воздуха +6,0–7,8° С. Продолжительность периода со среднесуточными температурами выше +10° С составляет 165–170 дней. Сумма температур за этот период равна 2900–3100° С. Последние весенние заморозки прекращаются в среднем 21–28 апреля, а первые осенние начинаются 6–12 октября. Зимы чаще всего малоснежные, с неустойчивым снежным покровом и частыми оттепелями. Иногда наблюдаются резкие перепады температур, приводящие к образованию изморозей и гололеда (Бабиченко и др., 1984).

Онтогенетическое развитие *R. kirilowii* изучали в течение 7 лет в соответствии с классификацией Т. А. Работнова (Работнов, 1964), дополненной А. А. Урановым (Уранов, 1960) с использованием общепринятых методик (Игнатъева, 1964; Смирнова и др., 1976). По мере перехода растений в очередное возрастное состояние 2–3 особи выкапывали и определяли морфометрические параметры. Для определения особенностей образования морфологических структур проводили описание морфогенеза органов растений, выращенных из семян местной репродукции. Терминологию периодов онтогенеза и возрастных состояний особей приводили по Л. И. Воронцовой (Воронцова и др., 1976). Семена в начале января проращивали на свету в чашках Петри, сеянцы пикировали в садовую почву с площадью питания 1х1 см и выращивали в условиях теплицы, в конце первого года вегетации 100 модельных особей высадили в открытый грунт на незатенённые участки. Растения периодически выкапывали (по 3–5 штук одновременно) и отмечали изменения, произошедшие в строении надземной и подземной частей со времени предыдущего наблюдения.

Для определения у *R. kirilowii*, произрастающей в разных световых режимах, семенной продуктивности, лабораторной всхожести, массы 1000 семян и количества семян в 1 мг, на территории ДБС заложили 2 варианта экспериментальных участков – освещенные и затенённые – в трех повторностях. На все участки высадили по 30 шт. предварительно укорененных черенков. Растения выращивали без дополнительного полива, в условиях естественной длины дня и интенсивности освещения. Степень освещенности участков измеряли люксметром Ю–116 ежедневно в 8¹⁵, 12⁰⁰ и 15⁴⁵.

Семенную продуктивность, лабораторную всхожесть, массу 1000 семян и количество семян в 1 мг изучали по методике И. В. Вайнагий (Вайнагий, 1974). Также использовали методические указания по семеноводству интродуцентов (Методические указания по семеноводству интродуцентов, 1980) и методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах (Работнов, 1960). При определении реальной семенной продуктивности учитывали количество генеративных побегов на особь, плодолистиков на одном растении и семян, формирующихся в одном плодолистике. Для определения лабораторной всхожести семян их проращивание проводили в чашках Петри на влажной фильтровальной бумаге в трехкратной повторности по 50 штук для каждого варианта опыта. Подсчет проросших семян вели через день.

Для определения оптимальных условий вегетативного размножения в июне – июле проводили одновременное укоренение черенков в условиях защищенного и открытого грунта на затенённых и незатенённых участках. Все цветоносы и нижние листья удалили. Для черенкования в условиях защищённого грунта использовали два вида субстрата: песок и почвосмесь (садовая почва и перегной, 1:1). Полив проводили ежедневно водопроводной водой. В открытом грунте черенки укореняли непосредственно в почве без мульчирования и использования укрывных материалов, с поливом участков 2–3 раза в неделю. Укоренение длилось в течение месяца. Затем определяли укореняемость черенков и размеры образованных корневых систем (максимальную длину корней в корневой системе и максимальное ее распространение в ширину).

Результаты и обсуждение

В условиях ДБС за 7 лет все особи *R. kirilowii* прошли этапы развития от латентного периода до генеративного и достигли зрелого генеративного возраста. Отмечено ежегодное плодоношение генеративных особей, при этом самосев был единичным и

нерегулярным. К концу первого года жизни сеянцы находились в имматурном состоянии, за второй год прошли через виргинильное, за третий и четвертый – молодое генеративное, с пятого по седьмой находились в зрелом генеративном. То есть с третьего по седьмой годы жизни были декоративны и пригодны для использования в декоративных фитонасаждениях.

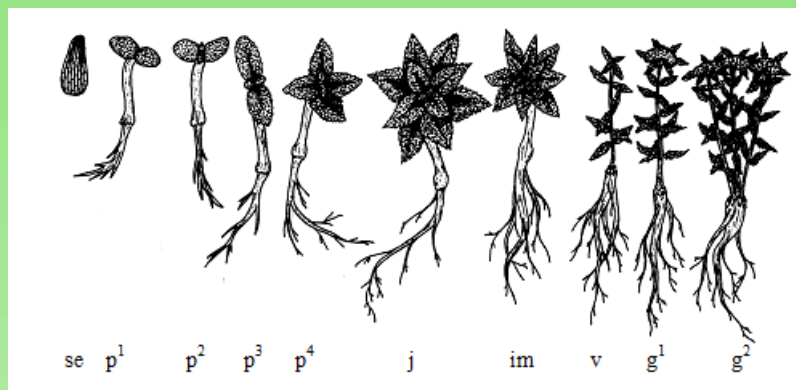


Рис. 1. Схема стадий онтогенеза *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. первых 7 лет жизни. Латентный период: se – семя. Прегенеративный период: p¹ – проростки – на 14 день, p² – на 50 день, p³ – на 70 день, p⁴ – на 90 день; j – ювенильное состояние, im – имматурное состояние, v – виргинильное состояние растений. Генеративный период: g¹ – молодая генеративная особь, g² – зрелая генеративная особь.

Латентный период

Семена яйцевидные, длиной около 2 мм, коричневые, с темно-коричневыми продольными бороздками (рис. 1). Всхожесть семян в лабораторных условиях составляет 21–32 %. Массовое прораствание семян происходит на 7–9 день. Прегенеративный период.

Проростки. Семядоли вначале светло-зеленые, у двухнедельных проростков – ярко-зеленые, яйцевидные, размером 1,5×1,0 мм, мясистые, голые, цельнокрайние, сохраняются 45–55 дней. Гипокотиль длиной 0,6–0,8 мм. Развитие боковых корней первого порядка отмечено на 10–14 день после прораствания семян, второго порядка – на 65–75 день, а третьего – на 80–90 день. Конус нараствания (почечка) появляется на 30–35 день. Первая пара настоящих листьев начинает разворачиваться на 50–60 день и достигает своих максимальных размеров на 65–75 день. Параллельно (на 60–70 день) развивается вторая пара листьев. Листорасположение супротивное, междуузлия короткие. Листья мясистые, сидячие, в первой паре – округло-яйцевидной формы, почти цельнокрайние, на вершине слегка заостренные. Следующие одна–две пары листьев яйцевидные, слабозубчатые, на вершине заостренные. Начиная с четвертой-пятой пары листьев форма листовой пластинки становится линейно-ланцетной, край – зубчатым, вершина – острой.

Ювенильное состояние. На 80–90 день развития растения достигли ювенильного состояния и характеризовались потерей семядолей, появлением боковых корней третьего порядка и наличием настоящих листьев нехарактерной для взрослых растений формы.

Имматурное состояние. Отмечено на 125–140 день после появления всходов: развились боковые корни четвертого порядка, появились листья характерной для взрослых растений формы, но отличающиеся по размерам и расположенные в коротких междуузлиях. На 270 день растения были 4–5 см высотой, имели боковые корни третьего – четвертого порядков

и по 6–7 пар настоящих листьев (из них 2–4 пары типичных для данного вида).

Виргинильное состояние. Наступило и продолжалось в течение второго года жизни. Появились основные характерные для взрослого растения черты (побеги, листья, корни, жизненная форма). Цветение не отмечено.

Генеративный период

Молодые генеративные особи. За третий и четвертый годы жизни произошло окончательное становление жизненной формы, цветение и плодоношение стало регулярным. Цветение начинается в конце мая – первой половине июня и длится до 40 дней. Корневая система хорошо развита и имеет вид утолщенного вертикального стержня с системой боковых корней. В верхней части главного корня имеются чешуевидные пленчатые треугольные острые листья. Растения достигают 38–45 см в высоту и образуют по 2–5 вегетативных однолетних побегов, заканчивающихся соцветием. В соцветиях имеется в среднем по 20–40 цветков. Длина листовой пластинки достигает 5,8–6,1 см, ширина – 1,1–1,7 см. Плодоношение ежегодное.

Зрелые генеративные особи. На пятый год жизни отмечен максимальный прирост надземной массы, обильное цветение и плодоношение. Главный корень увеличился в диаметре. Высота растений составила 30–50 см, количество вегетативных (= генеративных) побегов – 2–6, в соцветиях – по 25–50 цветков. Длина листовой пластинки – 6,0–6,5, ширина – 1,3–1,8 см. В течение шестого и седьмого годов жизни морфометрические показатели существенно не изменились. Плодоношение ежегодное.

Для определения влияния светового режима местопроизрастания *R. kirilowii* на особенности её размножения семенным способом изучена взаимосвязь между условиями освещенности местопроизрастания и лабораторной всхожестью, массой 1000 семян и количеством семян в 1 г, а также реальной семенной продуктивностью.

На незатенённых экспериментальных участках минимальная среднемесячная освещённость отмечена в январе (≈ 17000 люкс), максимальная – в июле (≈ 36000 люкс), максимальная за год – ≈ 23000 люкс, минимальная за год – ≈ 20000 люкс; на затенённых – соответственно ≈ 8000 люкс, ≈ 19000 люкс, ≈ 10000 люкс и ≈ 11000 люкс.

Таблица 1. Репродуктивные показатели *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. в условиях разной освещенности местопроизрастаний

Репродуктивные показатели	Высокая освещённость	Затенение	t-критерий Стьюдента
Масса 1000 семян, мг, $M \pm m$	8,00 \pm 0,01	11,53 \pm 0,08	44,13***
Количество семян в 1 г, шт., $M \pm m$	12376 \pm 0,03	8680 \pm 0,04	12,83***
Реальная семенная продуктивность	2766,10 \pm 6,32	1354,00 \pm 65,62	15,33***

Примечания: $M \pm m$ – среднее арифметическое \pm ошибка среднего; различия достоверны при $P \geq 0,999$ (***).

Выявлено, что у семян, собранных на затенённых участках, лабораторная всхожесть в 2

раза ниже чем на незатенённых (21,56 % и 43,50 % соответственно). С уменьшением уровня освещённости местопроизрастания у *R. kirilowii* достоверно снижается и реальная семенная продуктивность (табл. 1). При этом в затенении масса 1000 семян достоверно больше, а их количество в 1 г меньше. Поэтому для семенного размножения *R. kirilowii* маточники рекомендуется выращивать на участках с высокой освещённостью.

Поскольку при выращивании из семян молодые растения *R. kirilowii* декоративны только с третьего года жизни, для зелёного строительства семенное размножение данного вида экономически менее целесообразно, чем размножение методом черенкования.

При укоренении черенков *R. kirilowii* в условиях защищённого грунта в песке и почвосмеси и сразу в открытом грунте на освещённых и затенённых участках нами отмечена 100 % укореняемость черенков во всех вариантах эксперимента.

При анализе размеров образованной корневой системы выявлено, что способ укоренения не влияет на её длину, а максимального распространения в ширину корневая система достигает в песке в условиях защищённого грунта (табл. 2).

Таблица 2. Размеры корневой системы, образованной при укоренении черенков *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. разными способами

Размеры корневой системы, см, M±m	В песке	В почвосмеси	В открытом грунте	
			высокая освещённость	затенение
Максимальная длина корневой системы	7,13±0,35	7,07±0,65	7,01±0,82	7,02±0,93
Максимальное распространение корневой системы в ширину	5,65±0,37	4,10±0,40	3,96±0,74	4,02±0,61

Примечания: M±m – среднее арифметическое ± ошибка среднего.

Следовательно, данный вид целесообразнее укоренять сразу на постоянном месте в цветочной композиции, независимо от освещённости будущего местопроизрастания, желательно в почве с добавлением песка.

Выводы и заключение

В течение 7 лет в условиях Донецкого ботанического сада *R. kirilowii* проходит этапы развития от латентного периода до зрелого генеративного возраста. С третьего по седьмой годы жизни растения декоративны. Плодоношение генеративных особей ежегодное, при этом самосев единичный и нерегулярный. Для семенного размножения *R. kirilowii* маточники рекомендуется выращивать на участках с высокой освещённостью. При вегетативном размножении данный вид целесообразнее укоренять сразу на постоянном месте в цветочной композиции, независимо от освещённости будущего местопроизрастания, желательно в почве с добавлением песка.

Литература

- Бабиченко В. Н., Барабаш М. Б., Логвинов К. Т. и др. Природа Украинской ССР: Климат. Киев: Наук. думка, 1984. 232 с.
- Бельгардт А. Л. К вопросу об экологическом анализе и структуре лесных фитоценозов в степи // Вопросы биологической диагностики лесных биогеоценозов Приморья. Днепропетровск, 1980. С. 12—43.
- Борисова А. Г. Конспект системы сем. Crassulaceae DC. флоры СССР (добавления и изменения) // Новости систематики высших растений. Л., 1969. Т. 6. С. 112—121.
- Вайнагий И. В. О методике изучения семенной продуктивности растений // Ботан. журн. 1974. Т. 59. № 6. С. 826—830.
- Воронцова Л. И., Гатцук Л. Е., Егорова В. Н. и др. Ценопопуляции растений (основные понятия и структура). М.: Наука, 1976. 214 с.
- Геоботаничне районування Української РСР. К.: Наук. думка, 1977. 302 с.
- Зиман С. Н. Жизненные формы и биология степных растений Донбасса. Киев: Наук. думка, 1976. 190 с.
- Игнатъева И. П. Методика изучения морфогенеза вегетативных органов травянистых поликарпиков // Докл. ТСХА. 1964. № 98. С. 47—57.
- Краснов Е. А., Саратиков А. С., Сувор Ю. П. Растения семейства Толстянковых. Томск, 1979. 207 с.
- Куперман Ф. М. Исследование закономерностей морфогенеза растений методом выращивания их в условиях разных световых режимов // Свет и морфогенез растений / Под ред. Ф. М. Купермана, Е. И. Ржановской. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1978. С. 8—43.
- Методические указания по семеноводству интродуцентов / Отв. ред. Н. В. Цицин. М., 1980. 64 с.
- Ничипорович А. А., Кефели В. И., Акназаров О. А. Действие световых факторов высокогорий Памира на жизнедеятельность растений. Душанбе: Дониш, 1985. 216 с.
- Привалко Л. В. Декоративные толстянковые для использования в ландшафтном фитодизайне: рекомендации / Под общ. ред. А. З. Глухова. Донецк, 2010. 20 с.
- Работнов Т. А. Методы изучения семенного размножения травянистых растений в сообществах // Полевая геоботаника. М., Л.: Наука, 1960. Т. 2. С. 20—40.
- Работнов Т. А. Определение возрастного состава популяций видов в сообществе // Полевая геоботаника. М., Л.: Наука, 1964. Т. 3. С. 132—208.
- Работнов Т. А. Жизненный цикл многолетних травянистых растений в луговых ценозах // Тр. БИН АН СССР. 1965. Сер. 3. № 6. С. 7—204.
- Серебряков И. Г. Экологическая морфология растений. Жизненные формы покрытосеменных и хвойных. М.: Высш. шк., 1962. 378 с.

Смирнова О. В., Заугольнова Л. Б., Торонова Н. А. Критерии выделения возрастных состояний и особенности хода онтогенеза у растений различных биоморф // Ценопопуляция растений. М.: Наука, 1976. С. 14—43.

Тарасов В. В. Флора Дніпропетровської та Запорізької областей. Судинні рослини. Біолого-екологічна характеристика видів. Д.: Вид-во ДНУ, 2005. 276 с.

Уранов А. А. Жизненные состояния вида в растительном сообществе // Бюлл. МОИП. Сер. Биол. 1960. Вып. 3. С. 77—92.

Флора Западной Сибири. Томск, 1964. Т. 12. 327 с.

Флора Казахстана: в 9 т. Алма-Ата, 1961. Т. 4. 344 с.

Raunkiaer C. Planterigets Livsformer og deres Betydning for Geografien. Kobenhavn: Nordiskforland, 1907. 132 p.

The Plant List, 2013. Version 2; URL: <http://www.theplantlist.org/> (дата обращения 20.02.2017).

Ontogeny and reproductive biology features of *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. in different light habitat conditions of the steppe zone

PRIVALKO
Lidiya

Donetsk Botanical Garden, lida.privalko@mail.ru

Key words:

horticulture, ontogeny, decorative features, reproductive biology, habitat illumination, the steppe zone, *Rhodiola*, *Crassulaceae*

Summary:

The paper presents research data on ontogeny of the first 7 years of *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. growth in the Donetsk Botanical Garden. It is shown that at three to seven years of age the plants under study were decorative enough to be used for ornament in plantings. We noted the annual fruiting of generative individuals, with self-seeding being isolated and irregular. A significant impact of habitat illumination on quality and quantity of seeding performance was revealed. Laboratory germination of *R. kirilowii* seeds is recommended in well-lit places. Rooting percentage of *R. kirilowii* cuttings was measured in the protected ground in sand and soil mix and also in open ground (well-lit and shaded areas). We revealed that it is better to carry out rooting immediately to a permanent place in the flower arrangement, regardless of the lighting of the future habitat.

Reviewer: R. Karpisonova

Is received: 15 march 2017 year

Is passed for the press: 16 september 2017 year

Цитирование: Привалко Л. В. Особенности онтогенетического развития и репродуктивной биологии *Rhodiola kirilowii* (Regel) Maxim. в условиях разных световых режимов местопроизрастания в степной зоне // Hortus bot. 2017. Т. 12, 2017-4364, URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4364>. DOI: [10.15393/j4.art.2017.4364](https://doi.org/10.15393/j4.art.2017.4364)

Cited as: Privalko L. (2017). Ontogeny and reproductive biology features of *Rhodiola kirilowii*

(Regel) Maxim. in different light habitat conditions of the steppe zone // Hortus bot. 12, 348 - 356.
URL: <http://hb.karelia.ru/journal/article.php?id=4364>