

УДК 630(470.2)

© Селименков Р.Ю.

© Миронов А.В.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ИННОВАЦИОННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ВОСПРОИЗВОДСТВЕ ЛЕСОВ

В статье рассматриваются эколого-экономические и технологические аспекты воспроизводства лесов. Представлен отечественный и зарубежный опыт инновационных технологий в области лесовосстановления. Выявляется экономическая эффективность воспроизводства лесов посадочным материалом с закрытой корневой системой в сравнении с традиционной технологией лесовосстановления в регионах Северо-Запада Российской Федерации.

Лесное хозяйство, инновации, генная модификация, саженцы с закрытой корневой системой.

Решение проблем устойчивого развития лесного хозяйства предполагает обеспечение качественного воспроизводства лесных ресурсов как обязательного элемента лесопользования. Эта проблема актуальна и для Вологодской области, где существующая практика ведения лесного хозяйства привела к изменению породного состава лесфонда. За вековой период площадь хвойной древесины в регионе сократилась почти в полтора раза. В то же время за счёт прироста лиственной древесины увеличилась доля покрытой лесом площади в целом (рис. 1). С одной стороны, изменение породного состава в регионе приводит к потере потребительской ценности лесов с одной стороны, а с другой – обостряет проблемы дефицита хвойного сырья и трудности сбыта лиственных балансов.

Ситуацию также усугубляет незначительный уровень воспроизводства лесных культур по сравнению с объемами и площадью заготовки древесины (рис. 2).

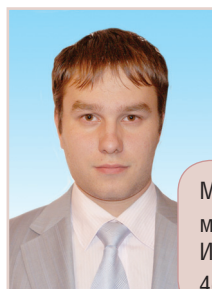
Применяемые традиционные методы воспроизводства лесов различаются степенью экономической и лесохозяйственной эффективности (табл. 1).

В настоящее время в воспроизводстве лесов на вырубках преобладает метод содействия естественному возобновлению (около 60%). Менее широко используется посев и посадка леса с использованием саженцев и семян с открытой корневой системой (ОКС), выращенных в питомниках и теплицах с плёночным покрытием.

Однако традиционные способы воспроизводства лесов, как показывает практика, не могут в перспективе сохранить их потребительскую ценность.



СЕЛИМЕНКОВ Роман Юрьевич
научный сотрудник,
и.о. зав. лабораторией ИСЭРТ РАН
ssa@vscs.as.ru



МИРОНОВ Алексей Викторович
младший научный сотрудник
ИСЭРТ РАН
4ertb@mail.ru

Рисунок 1. Динамика состояния лесов Вологодской области [10, 14]

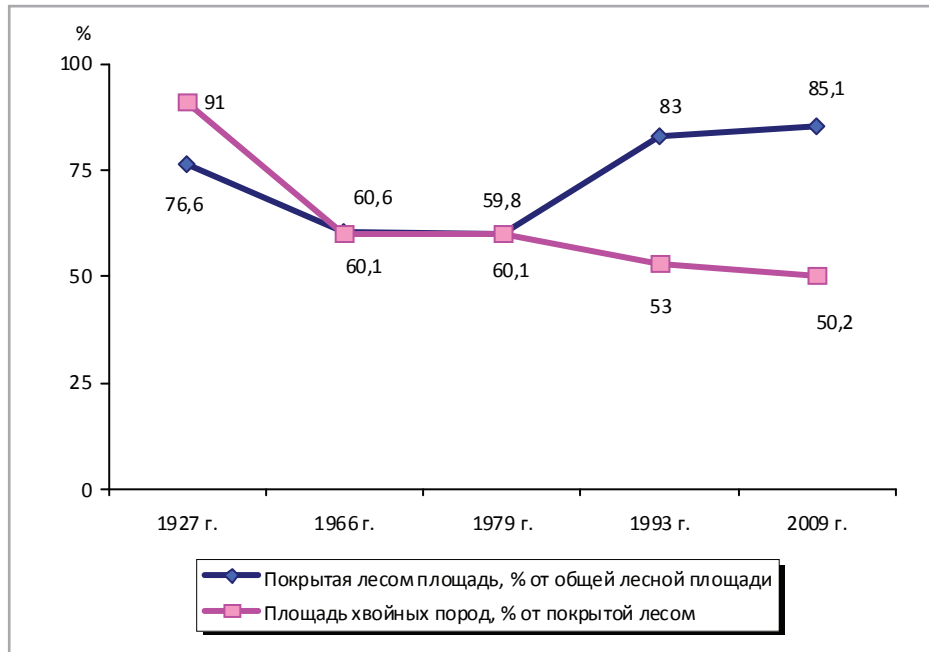
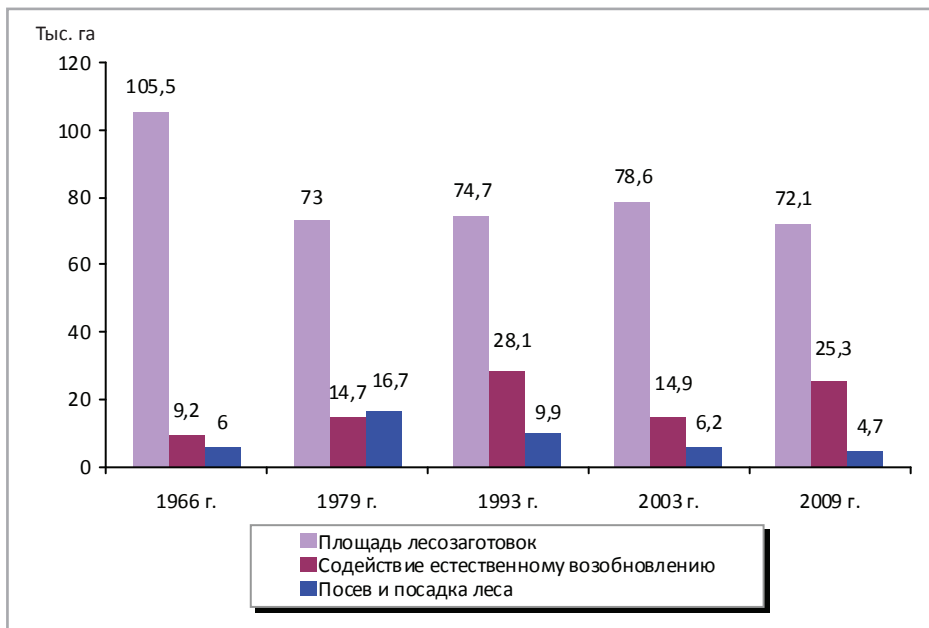


Рисунок 2. Соотношение объемов эксплуатации и восстановления лесов региона [10, 14]



На современном этапе развития требуется внедрение инновационных форм лесовосстановления, направленных на получение качественного древесного материала в более короткие сроки.

Обзор мирового опыта показывает, что решить эту задачу могут такие инновационные технологии, как генная модификация, прививание и выращивание посадочного материала с закрытой корневой системой.

Генетически модифицированные (ГМ) деревья используют в лесном хозяйстве 35 стран мира. Всего за последнее десятилетие было проведено около 2700 экспериментальных исследований, связанных с внедрением различных биотехнологий в лесное хозяйство. Примерно 70% этих опытов приходится на США, Канаду и Францию. В США сосредоточена большая часть участков для выращивания ГМ-деревьев.

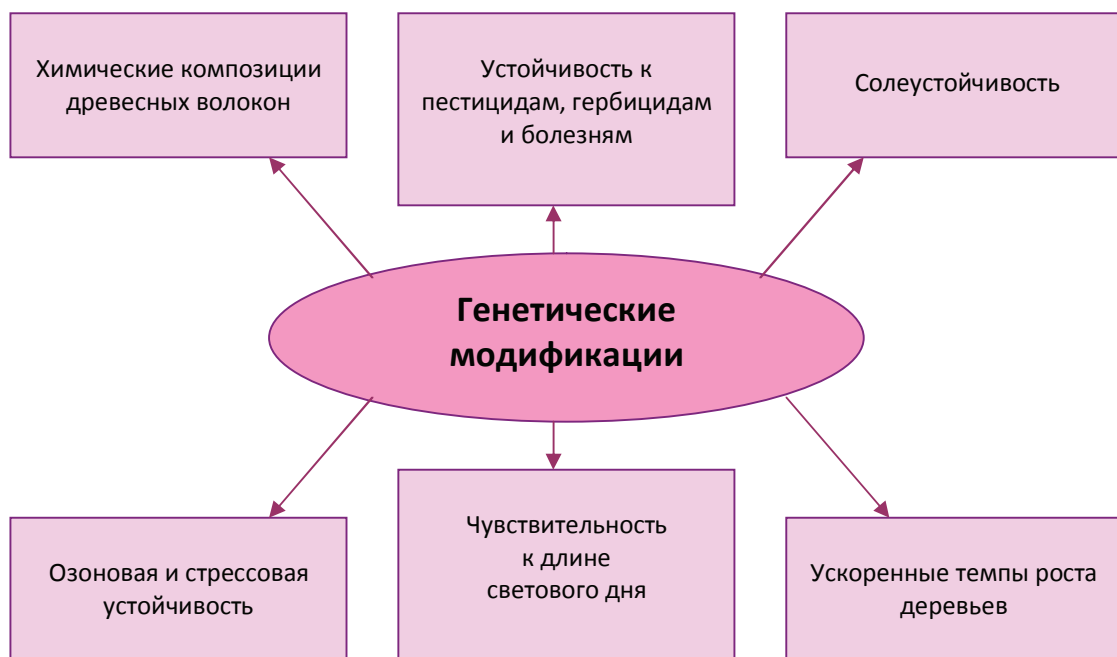
Таблица 1. Эффективность традиционных методов лесовосстановления

Критерии эффективности	Методы лесовосстановления			
	Содействие естественному восстановлению	Посев леса	Посадка сеянцев с открытой корневой системой	Посадка саженцев с открытой корневой системой
Сохранение естественного биоразнообразия	+	±	-	-
Возможность регулирования породного состава	-	-	+	+
Повышенная устойчивость леса к болезням и повреждениям	+	+	-	+
Низкие трудозатраты	+++	++	+	-
Низкая стоимость посадочного материала	-	++	+	-
Короткие сроки получения посадочного материала	-	++	+	-
Высокая приживаемость/всхожесть	-	-	++	+++
Высокие темпы роста	-	-	+	++

В Северной Америке и Европе трансгенные исследования контролируются по большей части правительством и научными сообществами. В странах Латинской Америки, Африки и Юго-Восточной Азии исследования сконцентрированы в частном секторе. Характерно, что в последние годы резко увеличилось и продолжает расти количество коммерческих плантаций [8].

Основные усилия научных исследований в данной области направлены на определение ключевых генетических модификаций (рис. 3), применение которых позволило бы формировать наиболее ценные свойства древесины для промышленности, обеспечивающие рост продуктивности древостоев, и на этой основе снижать себестоимость древесной продукции.

Рисунок 3. Основные направления генетических модификаций лесных культур



Однако регламентируемые выгоды генетической модификации деревьев стоит рассматривать прежде всего с точки зрения экологической безопасности, так как для экосистем существует угроза вытеснения естественного лесного фонда генно-модифицированными деревьями за счёт их быстрой приспособляемости. При этом трансгенные породы не могут выполнять водоохраные функции, поддерживать биоразнообразие, служить для местных жителей источником пищи и получения лекарственных средств.

Вместе с тем основным движущим фактором развития генной инженерии в лесной отрасли является коммерческий интерес. Естественный лес как сырьё очень разнороден, что снижает его стоимость. Одна из главных задач, стоящих перед учёными, – получение однородной продукции. С точки зрения промышленного использования генные плантации имеют неоспоримое преимущество, поскольку предполагают получение большого количества однородной древесины. Потенциальные выгоды для транснациональных компаний от внедрения технологий генной инженерии в лесной промышленности громадны: оценочная стоимость ежегодного мирового урожая древесины уже сейчас превышает 400 млрд. долларов. Однако аналитики Организации по пище и агрокультурам при ООН сомневаются в экономической целесообразности применения биотехнологий в лесном хозяйстве, так как стоимость продуктов лесной отрасли на мировом рынке гораздо ниже стоимости продовольствия. Специалисты убеждены, что плантации генетически изменённых деревьев останутся относительно ограниченными по площади [8].

В России законодательством запрещено выращивание генетически модифицированных культур. Однако в рамках эксперимента по фитоочистке почв от тяжёлых металлов в 2002 г. специали-

стами Центра экологического обучения и информации (Екатеринбург), кафедры физиологии растений Уральского государственного университета им. А.М. Горького, общественной организации «Ассоциация зелёного движения» (Нижний Тагил) совместно с Лабораторией промышленной ботаники Фрайбургского университета (Германия) провели опытные исследования по выращиванию модифицированных тополей. Посредством генных модификаций у растений была усилена способность усвоения из окружающей среды сульфидов, сульфитов, сульфатов и других соединений серы и перевода их в фиксированную, нерастворимую форму.

В окрестностях Нижнего Тагила было высажено 188 деревьев, созданных в Институте физиологии деревьев в Германии. Известно, что практическая часть эксперимента завершена, а теоретические разработки продолжаются до настоящего времени [6].

По сравнению с высокотехнологичной генной инженерией метод прививания основан на принципе вегетативного размножения древесных растений. Отличительной особенностью вегетативного размножения является однородность потомства, так как оно представляет собой клон – совокупность генетически идентичных особей.

Суть метода прививки заключается в сращивании вегетативного органа одного растения (привоя) с вегетативным органом другого растения (подвоя). В практическом плане прививать целесообразно только ценные генотипы, укоренение которых затруднено или вовсе невозможно в обычных условиях. Например, черенки кедра сибирского, а также все производные от него в обычных условиях практически не укореняются, поэтому размножают их исключительно прививкой.

В России выведением сортов кедра занимается только лаборатория Института мониторинга климатических и экологических систем СО РАН (Томск). В лучших кедровниках есть несколько пробных площадей со сплошной нумерацией деревьев. За ними ведутся многолетние наблюдения: учёт состояния роста, количества и качества шишек. Среди деревьев есть обильно плодоносящие, крупношишечные, крупносемянные, тонкоскорлуповые, а также сочетающие некоторые из этих признаков. Именно их черенки используются для прививок. Доказано, что при вегетативном размножении все полезные свойства генотипа передаются клоновому потомству. Однако положительные результаты прививания гарантируется только в родном климате. Как поведут себя те или иные генотипы деревьев в других условиях – неизвестно. Ещё к недостаткам данного метода можно отнести среднюю скорость роста и обычный внешний вид [15].

Метод прививания в большей степени используется для выращивания деревьев клонов в целях получения элитных семян. Однако по причине высокой трудоёмкости и неизученности сохранения генетических качеств в семенах при районировании он не получил широкого применения.

В отличие от экспериментальных опытов по генной модификации и прививания лесных культур технология выра-

щивания посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС) успешно применяется за рубежом последние 40 лет. В Финляндии, Швеции, Норвегии, а также в Канаде посадка леса на 90% и более производится с использованием однолетних сеянцев с закрытой корневой системой.

Выращивают однолетние сеянцы преимущественно хвойных пород (сосны, ели) в небольших контейнерах в теплично-питомнических комплексах, где обеспечиваются необходимый микроклимат, своевременные поливы и подкормки. Как правило, контейнеры (касеты) представляют собой некоторое подобие сот – множество пластиковых ячеек, заполненных земляной смесью. Например, финский контейнер «Плантек-Ф» (рис. 4) и шведский контейнер «Starpot» (рис. 5) позволяют выращивать от 28 до 121 шт. сеянцев одновременно в зависимости от типа и объёма ячейки.

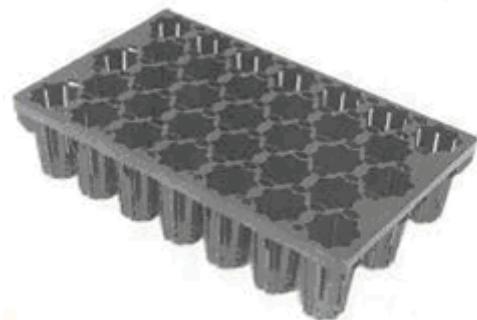
Однако выращенные сеянцы слишком малы – всего 12 – 15 см. Поэтому хорошие результаты приживаемости такого посадочного материала достигаются только при условии специальной подготовки почвы и ухода за сеянцами.

Технология выращивания саженцев с закрытой корневой системой состоит в том, что сеянцы, выращенные в посевном отделении питомника, пересаживаются в контейнеры с питательной смесью большего объёма.

Рисунок 4. Кассеты «Плантек-Ф»



Рисунок 5. Кассеты «Starpot»



Как правило, саженцы в таких контейнерах выращиваются в течение целого сезона, а затем высаживаются на постоянное место. Использование данной технологии позволяет существенно увеличить возможное время посадки саженцев, а также за счёт правильно подобранной питательной смеси в контейнере обеспечить лучший рост деревьев в первое время после пересадки.

Основными преимуществами технологии выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой по сравнению с традиционными методами воспроизводства лесов являются:

- отсутствие риска травмирования корневой системы при пересадке;
- значительное сокращение сроков выращивания посадочного материала (в открытом грунте саженцы до стандартной высоты в 12 см растут 3 года, в теплицах – всего 1 год);
- возможность посадки в течение всего периода вегетации (у саженцев с открытой корневой системой существует строгое правило посадки до и после окончания вегетации);
- высокая приживаемость саженцев за счёт полностью сформированной корневой системы.

Однако недостатком данной технологии является ее относительная дороговизна внедрения, обусловленная использованием в качестве исходного материала элитных семян 1-го класса, а также необходимостью высокого уровня механизации и автоматизации процессов выращивания, транспортировки на лесокультурную площадь и посадки.

Следует отметить, что механическое перенесение технологии создания культур посадочным материалом ЗКС с севера Европы в южную часть таёжной зоны России требует соблюдения особых требований к параметрам семян и

саженцев для лесовосстановления в южной тайге и зоне смешанных лесов. Это обусловлено мощным развитием живого напочвенного покрова (250 – 500 г/кв. м сухой травы), а также опережающими темпами роста лиственных пород на вырубках по сравнению с хвойными в первые 10 лет выращивания культур на богатых и осушенных оторфованных почвах.

Выбор оптимальной технологии искусственного лесовоспроизводства зависит также от зональных особенностей вырубаемых площадей, от типов леса, состава насаждений, наличия пней, распределения порубочных остатков, наличия валежника и давности рубки.

Промышленное использование данной технологии в России проходит начальную стадию внедрения (с 1997 года) и пока носит экспериментальный характер. В питомнике Лисинского лесхозтехникума (Ленинградская область) ежегодно выращивается полмиллиона саженцев с закрытой корневой системой. В Нижегородской области уже высажено около 6 миллионов саженцев лесных культур.

В рамках сотрудничества с Финляндией на Северо-Западе России создано восемь питомников по производству семян ЗКС, пять из которых расположены в Республике Карелия, а остальные – в Республике Коми, Мурманской и Архангельской областях.

Лесохозяйственная эффективность применения саженцев ЗКС в южной части таёжной зоны России подтверждается многолетними исследованиями [1]. Результаты наблюдений показывают, что темпы роста культур, восстановленных трёхлетними саженцами ЗКС, значительно выше по сравнению с традиционными методами выращивания при одновременном снижении густоты посадки (табл. 2).

Таблица 2. Сравнение темпов роста трехлетних саженцев с открытой и закрытой корневыми системами

Показатель		Саженцы	
		ОКС	ЗКС
Характеристика посадочного материала			
Диаметр, мм		3,9±0,15	8,6±0,19
Высота, см		24±0,6	55±1,0
Масса сухая, г	надземная часть	2,9±0,21	24,1 ±1,72
	все корни	1,0±0,12	8,0±0,35
Густота посадки, шт./га		4000	2300
Культуры в 20 лет			
Диаметр, см		7,0±1,50	8,9±0,29
Высота, м		6,6	9
Сохранность, %		75	94
Густота, шт./га		3000	2164
Запас, м³/га		48	58
Объём сред. ствола, м³		0,016	0,027

Таблица 3. Экономическая эффективность лесовосстановления саженцами ОКС и ЗКС*

Вид посадочного материала	Густота, тыс. шт./га	Стоимость посадочного материала, без НДС, тыс. руб.	Затраты на 1 га				Общая стоимость, тыс. руб.	Приживаемость в 20 лет, %	Объём среднего ствола в 20 лет, м³	Запас м³/га	Стоимость восстановления 1м³, тыс. руб.
			на посадку		на уход						
			чел.-дней	стоимость тыс. руб.	чел.-дней	стоимость тыс. руб.					
Сеянцы ОКС 3 год	4	3,08	6,6	7,2	5,7	9,5	19,8	75	0,016	48	0,41
Саженцы ЗКС 3 год	2,3	10,11	4,7	5,8	1,6	1,8	17,7	94	0,027	58	0,30

* По материалам нормативно-технологических карт на выращивание, посадку и уход за культурами на территории Вологодской области.

При этом затраты на один куб. м восстановленного леса саженцами ЗКС в 20-летнем возрасте на 27% ниже, чем при восстановлении леса саженцами ОКС (табл. 3).

Эффективность восстановления леса посадочным материалом с закрытой корневой системой объясняется меньшей трудозатратностью посадки и дальнейшим уходом за лесными культурами по сравнению с саженцами ОКС. Также среди сеянцев с ОКС всего 75% достигло 20-летнего возраста, в то время как у саженцев с ЗКС это количество составляет 94%. За счёт лучшей приживаемости и более быстрых темпов роста саженцам с закрытой корневой системой удалось

избежать межвидовой конкуренции, что положительно повлияло на объём ствола, а впоследствии и на общий запас древесины на участке лесовосстановления.

Полученные результаты указывают на целесообразность воспроизводства лесов региона саженцами с закрытой корневой системой. Стоит отметить, что первые попытки в данном направлении в Вологодской области уже реализуются. В мае 2011 года в Диковском участковом лесничестве Вологодского района введён в эксплуатацию комплекс по переработке лесосеменного сырья и выращиванию посадочного материала с закрытой корневой системой проектной мощностью 1015 тыс. саженцев в год.

Локализация теплично-питомнического комплекса в центральной зоне инвестиционного освоения лесов Вологодской области вызвана первоочередной необходимостью восстановления хвойного лесфонда в Вологодском, Шекснинском, Сокольском, Междуреченском, Усть-Кубенском районах.

Использование посадочного материала с закрытой корневой системой для воспроизводства лесов в долгосрочной перспективе позволит снизить срок созревания и ввод в эксплуатацию древесины, а также улучшить породный состав лесопокрытой площади указанных районов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Бирцева, А.А. Густота посевов и качество посадочного материала с закрытой корневой системой [Текст] / А.А. Бирцева // Посадочный материал для создания плантационных культур: сб. науч. тр. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1986. – С. 34-38.
2. Бутенко, О.Ю. Влияние параметров посадочного материала на лесоводственную культуру ели [Текст] / О.Ю. Бутенко. – СПб.: СпбГУЛ, 2008.
3. Воробьев, Г.А. Ландшафты и лес [Текст] / Г.А. Воробьев // Леса земли Вологодской. – Вологда: Легия. – 1999.
4. Жигунов, А.В. Производство посадочного материала в лесных питомниках Северо-Запада России [Текст] / А.В. Жигунов, И.А. Маркова // Практические рекомендации. – СПб.: СпбНИИЛХ, 2005. – 120 с.
5. Кайрюкштис, Л.А. Оптимальный способ выращивания еловых молодняков [Текст] / Л.А. Кайрюкштис, А.И. Юодвалькис. – Вильнюс: Мокслас, 1976. – 10 с.
6. Колесникова, В. Искусственный лес или немного о вопросах гигиены [Текст] / В. Колесникова // Лесной Бюллетень. – 2003. – № 23.
7. Лесной план Вологодской области [Текст]. – Вологда, 2007.
8. Лесное хозяйство – новая площадка для наступления ГМ-технологий [Текст] // Крестьянские ведомости. – 2005.
9. Лесной кодекс Российской Федерации [Текст]. – М.: Проспект, 2007.
10. Лесной комплекс регионов Северо-Западного федерального округа [Текст]: стат. сб. / Вологдастат. – Вологда, 2010.
11. Редько, Г.И. Лесовосстановление на Европейском Севере [Текст] / Г.И. Редько, Н.А. Бабич. – Архангельск: Сев.-Зап. кн. изд-во, 1994. – 188 с.
12. Тюрин, Е.Г. Воспроизводство хвойных лесов [Текст] // Лесное хозяйство. – 1987. – № 9 – С. 42-45.
13. Тюрин, Е.Г. Восстановление хвойных лесов Вологодской области [Текст] / Е.Г. Тюрин, В.В. Корякин // Лесное хозяйство. – 1989. – № 3 – С. 32-34.
14. Тюрин, Е.Г. Смена пород в Вологодских лесах [Текст] / Е.Г. Тюрин // Материалы отчётной сессии по итогам НИР за 1989 год. – Архангельск: АИЛиЛХ, 1990. – С. 46-48.
15. Всё о сибирском кедре, его близких и дальних родственниках. Интернет-представительство С.Н. Горошкевича [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://kedr.forest.ru/veget.html>