

ЛЕСНОЕ ХОЗЯЙСТВО

УДК 582.47: 630*232.1: 630.5(075): 630*165.3

О ВЫРАЩИВАНИИ ЛЕСА НА СУХИХ ПОЧВАХ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ

М. В. Рогозин¹, А. М. Голиков², Г. С. Разин¹

¹Пермский государственный национальный исследовательский университет,
Российская Федерация, 614990, Пермь, ул. Генкеля, 4
E-mail: rog-mikhail@yandex.ru

²Центр защиты леса Новгородской области,
Российская Федерация, 173008, Великий Новгород, ул. Б.Санкт-Петербургская, 81, корп.2
E-mail: toly.golikov@yandex.ru

Проанализированы работы, раскрывающие тенденции естественного отбора у древесных растений в культурах в разных условиях с разной густотой. Изменения в генетической структуре, в наследуемости и в динамике различных признаков использованы в попытке выстроить логическую модель развития деревьев и древостоев в условиях, близких к экстремальным. Анализ работ показал, что в развитии древостоев возникает критический период, после которого почти невозможно изменить ход их развития, поэтому крайне важно начинать регулировать густоту культур и естественных молодняков задолго до наступления максимумов полноты, сомкнутости полога, сомкнутости крон и прироста; чем раньше эта работа будет осуществлена, тем продуктивнее окажется древостой и тем дольше будет период его интенсивного роста.

Ключевые слова: древостой; развитие; модели; плотность популяции; генотипическая структура; потомство; наследуемость; сухие почвы.

Введение. В лесном фонде сухие лесные почвы достаточно чётко определимы по целому ряду классифицирующих признаков, что обычно не вызывает сомнений. Периодически на них случаются катастрофические пожары и возникает масса проблем с их облесением [1], которые усугубляют и без того тревожное положение в современном лесовосстановлении [2].

Обычно при создании культур здесь добиваются быстрого смыкания крон и посадки создают густыми, так как редкие культуры заселяет майский хрущ, посадки погибают и гари остаются в категории не покрытых лесом земель десятки лет. В Пермском крае в Оханском лесни-

честве известны многие места пожаров 1937–1939 гг., которые 60 лет оставались пустырями, несмотря на многократные посадки культур.

Установлено, что здесь под действием естественного отбора формируется специфичная диссимметрическая и генотипическая структура популяций сосны обыкновенной, сохраняющаяся в потомстве [3–5]. Поэтому становится всё более очевидно, что успешное лесовосстановление в экстремальных экологических условиях возможно только за счёт полного соответствия эдафических условий родительских и дочерних насаждений. Не исключено, что в природных популяциях

сосны, произрастающих на сухих почвах, в результате направленного отбора могли появиться генотипы, наиболее адаптированные не только к экстремальным эдафическим условиям произрастания, но и устойчивые к повреждению личинками майского хруща.

Массовое изучение более чем 1400 выделов естественных и искусственных насаждений сосны при анализе лесного фонда семи лесничеств Среднего Поволжья [2] показало, что в моделях зависимости запаса стволовой древесины в 100-летнем возрасте в условиях A_2 , B_2 , C_2 нормированные запасы в искусственных лесах были выше, чем в естественных, в среднем на 11,8–17,2 %, с фактическими различиями на 7,9–49,2 %. Однако в сухих условиях A_1 фактические различия исчезли, а нормированный запас лесных культур оказывался даже ниже на 4,5 %. На наш взгляд, данный факт требует своего объяснения с теоретических позиций.

Особенно важен опыт облесения гарей на сухих почвах и удачные варианты культур. В частности, на гарях 1972 года наряду с обычной посадкой рядов культур через 1,2–4,0 м [1] применяли нестандартную схему с попарно сближенными рядами, с расстоянием между ними иногда до 7–9 м. Спустя 35 лет они выгодно отличались от равномерных культур [6], и это отметили участники конференции «Лесовосстановление в Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию», проведенной в 2013 году. Вместе с тем, онтогенез растений в таких двоярных рядах весьма необычен, поэтому важен прогноз их возможной эволюции, поскольку результаты выращивания подобных культур ограничены вторым классом возраста, т.е., по существу, это ещё молодняки. Представляется важным для определения стратегии ухода за ними, а также для новых опытов на уже современных гарях, проследить механизм развития таких посадок в древостой с теоретических позиций, известных в настоящее время по ряду работ.

Рассмотрим и обсудим рост таких необычных культур, привлекая исследования известных учёных.

После успешной посадки, например, двоярных рядов через 1,2 м, а в ряду между растениями через 0,6 м, спустя 7–10 лет смыкаются растения в рядах, а через 3–5 лет смыкаются и ряды. Растения используют ресурсы среды далеко за пределами рядов, и получается тип аллейных посадок, в которых появляются биогруппы из наиболее развитых деревьев. Такие близкие к линейному типу биогруппы в естественных лесах возникают редко; обычно они образуются вначале как скопления подростка и в 8–10 лет среди них выделяются лидеры и аутсайдеры, долго сохраняющие свой ранговый статус [7]. Групповой характер их появления противоречит конкурентной парадигме взаимоотношений между растениями одного вида и свойственен всем насаждениям. В связи с этим активно обсуждается концепция о приуроченности лидеров к благоприятным «биологически активным зонам» [8–10]. Доказаны и негативные последствия удаления одного из 2–3 лидеров биогруппы [11–13].

Однако дело ещё и в том, *какие* по генотипу дерева имеют возможность формировать такие плотные биогруппы. В них непростые конкурентные отношения [11], и появились подходы, объясняющие их с весьма неожиданной стороны. В раскрытии механизмов гомеостаза популяций из множества морфологических признаков особый интерес представляет явление диссимметрии. Этот подход становится одним из новейших направлений в биологии [14–16]. Наиболее весомый вклад в её изучение внёс А.В.Хохрин [17]. Он выделил новую форму изменчивости, обусловленную левизной–правизной филлотаксиса, которая проявляется на морфологическом уровне в строении побегов и шишек и любая популяция вида с моноподиальным типом ветвления двойственна и состоит из левых и правых изопопуляций.

Цель работы – анализ опытных лесных культур и моделей их развития, отличающихся начальной густотой и условиями увлажнения почвы, которые привели к различиям в генотипической структуре, в качестве потомства, к различиям в ходе роста древостоев.

Задача исследования – разработка логической модели развития древостоя применительно к сухим песчаным почвам для прогнозирования развития древостоев до спелого возраста.

Материалы и методика. Для решения поставленной задачи использован сравнительный анализ данных, полученных авторами в градиентах увлажнения почвы и в градиентах начальной густоты ценозов искусственного происхождения. Проанализированы ранее сделанные авторами выводы, модели роста; концепции, гипотезы и результаты других исследователей, занимавшихся выяснением, по существу, тенденций отбора и первых шагов эволюции у древесных растений. На этой основе выстраивается логическая модель их развития, в которой и будут обозначены заявленные теоретические подходы. При этом мы не претендуем на исчерпывающие теоретические обобщения; но попытки такого рода нужны для понимания общих тенденций эволюции лесных пород, особенно в близких к экстремальным сухих лесорастительных условиях.

Интерпретация результатов и их анализ. Многолетние исследования [15, 16] показали, что левые и правые формы деревьев сосны и ели адаптивно неравноценны и существенно различаются по отношению к основополагающим факторам среды: свету, влаге и температуре. Левые формы отличаются светолюбием и ксерофитностью, а правые, наоборот, требовательны к влаге, теневыносливы и холодоустойчивы. На хорошо дренированных и сухих почвах достоверно чаще встречаются и лучше растут левые, тогда как на влажных почвах, наоборот, преобладают и быстрее растут правые формы. Эти свой-

ства в густых культурах благоприятствуют правым формам и они превосходят левые по встречаемости и скорости роста; в редких культурах плантационного типа, наоборот, лучше растут и более многочисленны левые формы.

Так, в Псковской обл. были исследованы четыре опытных объекта в плантационных 28-летних культурах ели и сосны, созданные в эдатопах C_2 (ель) и C_3 (сосна), с густотой посадки 1,0 (редкие) и 4,0 тыс. экз. на 1 га (густые культуры). Оказалось, что в густых посадках правые формы (D) превосходили левые (L) по объёму ствола на 33 %. В редких посадках, наоборот, левые формы превышали правые по объёму ствола на 10–23 % [18]. Здесь нужно отметить, что вообще условия C_2 и C_3 – свежие и влажные, и для левых форм подходят мало; но в редких посадках левые формы почему-то всё равно развивались лучше, чем правые. Из этого следует очень важный вывод: в плантационных культурах, имеющих особый, разреженный режим выращивания, левые формы будут гораздо продуктивнее правых и во влажных условиях, если там будет достаточно света. Это стратегически принципиально для популяции: если появляется обилие света, то левые формы выходят в лидеры даже в нетипичных для них влажных условиях. Отметим, что густоту 4,0 тыс. экз. на 1 га обычно густой не считают, но здесь она оказывается таковой в сравнении с густотой посадки в 1,0 тыс. экз. на 1 га.

На этих же участках для анализа хода роста было изучено 185 моделей ели, в том числе 99 экз. в редких посадках и 86 экз. – в густых [5]. По стабильности их роста в онтогенезе (высота в 5, 10, 28 лет) было выделено четыре типа развития: стабильно быстрое (L+, D+) – высота выше средней во всех возрастах; стабильно медленное (L–, D–) – высота ниже средней во всех возрастах; ускоренное (L – +, D – +) – высота в 5–10 лет ниже средней, в дальнейшем – выше; замедленное (L + –, D + –) – высота в 5–10 лет выше средней,

в дальнейшем – ниже. Оказалось, что в редких культурах большую часть запасов древесины (59,5 %) накапливают в своих стволах левые формы, а в густых – правые формы (65,2 %), при совсем небольшом численном перевесе этих форм (рис. 1). Примечательно явное доминирование запасов древесины в стволах стабильно быстрорастущих левых (L+) и правых (D+) форм, формирующих особенно крупные стволы; именно эти генотипы в ценозе являются центрами накопления

запасов древесины, и именно на них должны быть направлены усилия селекционеров и лесоводов (рис. 2).

Изложенное позволяет полагать, что плотность популяции оказывает существенное влияние на диссимметрический состав деревьев ели и на состав типов их роста и численное соотношение энантиоморф можно использовать в качестве важной характеристики, указывающей направление естественного отбора и микроэволюционных процессов.

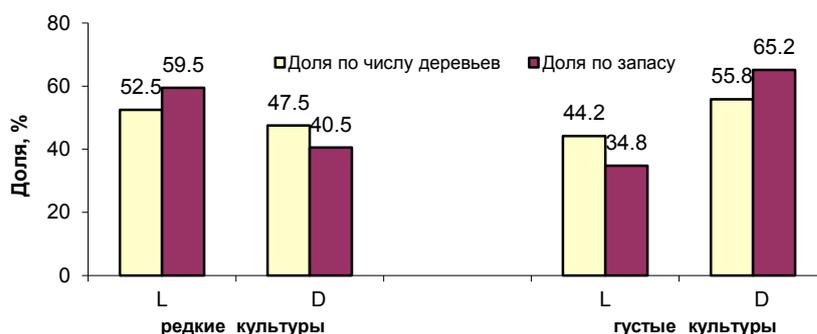


Рис. 1. Левые (L) и правые (D) формы ели в редких и густых культурах и их доли по числу деревьев (столбик слева) и по запасу древесины (столбик справа)

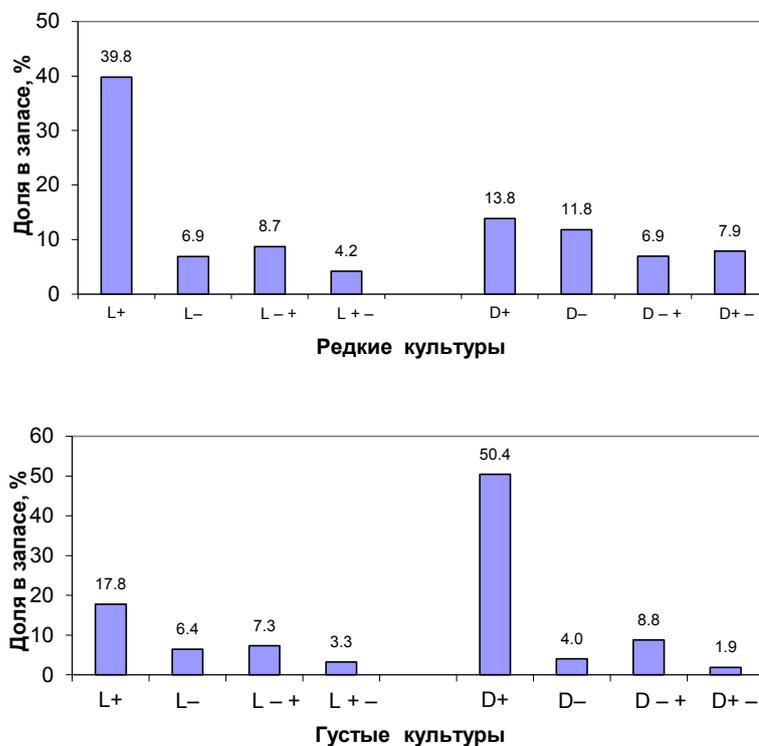


Рис. 2. Доли в запасах древесины, приходящиеся на энантиоморфы с разным типом роста в редких и в густых культурах

Была изучена подробно и генетическая структура культур сосны в брусничном и черничном типах леса, заложенных по схеме 0,6×1,5 м и выращенных без рубок ухода. При исследовании в 65 лет [16] в черничном типе сохранность деревьев оказалась 870, а в брусничном – 550 экз. на 1 га. Электрофоретический анализ показал, что популяции имели одинаковый уровень наблюдаемой гетерозиготности H_0 . Вместе с тем анализ правых и левых симпатрических изопопуляций внутри каждого типа леса обнаружил, что в черничном типе леса между величиной H_0 у правых форм и ростом их по диаметру и высоте связь достоверно отрицательная ($r = -0,28$ и $r = -0,32$), а у левых, наоборот, положительная ($r = 0,31$ и $r = 0,34$). В брусничном типе леса зависимости оказались обратными. Далее, при разделении H_0 на три уровня (низкий, средний, высокий) оказалось, что лидирующие по росту правые формы в желательных для них условиях (С.ч.) имели самую низкую гетерозиготность ($H_0 = 0,172 \pm 0,016$), а в менее комфортной среде в брусничнике, наоборот, самую высокую ($H_0 = 0,230 \pm 0,011$). Подобная закономерность обнаружена и для левых форм, но комфортными для них оказались условия брусничника [16].

Оказалось, что правые формы с тёмной окраской семян достоверно лучше растут в черничном типе леса и хуже – в брусничном; однако если в брусничном они имеют не тёмные, а светлые семена, то они оказываются уже вполне продуктивными. Но вместе с тем в обоих типах леса доминируют правые формы с тёмными семенами (32–37 %), и с учётом того, что эти культуры были изначально густыми (11,0 тыс. экз. на 1 га), для правых форм с тёмными семенами получаем важную генетическую характеристику – это генотипы с повышенной конкурентной выносливостью [16].

Различия в увлажнении этих эдапов, между которыми как раз и проходит линия разделения предпочтений для правых и левых форм, не помешала правым формам преобладать в несвойственных им сухих условиях именно потому, что их конкурентная толерантность оказалась для выживания дендроценоза гораздо важнее.

Оптимальные по влажности условия (сложные типы леса, ТЛУ В₂, С₂) оказываются благоприятны для обеих форм, здесь они растут одинаково успешно и эти условия – некий рубеж, разделитель; если условия суше – лучше для левых, если влажнее – лучше для правых.

Обнаружено и сильнейшее влияние конкуренции на тенденции эволюции. Прямое исследование роста потомства в возрасте 21 года от 152 плюсовых деревьев, происходящих из материнских культур, имевших разную густоту, при его выращивании в редких и густых испытательных культурах показало, что как на уровне отдельных деревьев, так и на уровне популяций наследуется «память на конкуренцию»: увеличение плотности материнских ценопопуляций увеличивает высоту их потомства в густых, но снижает – в редких культурах, с различиями до 13–19 % [19–20].

Следует отметить, что во множестве изученных нами популяций сосны и ели частоты изопопуляций ни разу не снижались до близких к нулю значений (например, частот левых форм в очень густых культурах). Их колебания находились строго в пределах 0,38–0,62 [15; 21], близких к «золотому сечению», в котором проявляются универсальные законы Вселенной [22].

Однако обращение к многочисленным моделям развития лесных насаждений [23] в виде таблиц хода роста (ТХР), к сожалению, показывает, что они находят узкое применение в таксации и не применяются в лесовыращивании. Сейчас остро понимается их несовершенство [24–26].

Дело в том, что они статичны по своей сути, так как при их разработке не ставилась задача выяснения показателей в предыдущем классе возраста, т.е. в динамике. При массовом составлении ТХР была проигнорирована и проблема разных *типов развития* древостоев, поэтому получался «ход» таксационных показателей по классам возраста, к примеру, III класса бонитета, но никак не ход (динамика) роста древостоев одного естественного ряда.

Теоретический просчёт в их разработке был ещё и в том, что в качестве главных признаков в развитии биологического объекта (древостоя) были взяты технические параметры – площади сечений, высота, объём стволов и т. д., тогда как главные биологические параметры – общая биомасса, объём листвы – были оставлены без внимания. Заметим, что стволы деревьев не растут сами по себе – древесину для них производит фотосинтезирующий аппарат. И чем больше его объём, тем больше прирост древесины. Измерить этот аппарат сложно и поэтому изучают объём листвы (хвои). Но и эти объёмы рассчитать сложно, поэтому определяют ширину, длину и объём кроны дерева и суммарные показатели для крон в целом для древостоя. Именно здесь и был найден ключ к причинам разнообразного развития древостоев [24], который позволил далее выяснить законы их развития и найти универсальную формулу для расчёта оптимальной густоты их формирования [20, 27]. Опираясь на эти законы и модели развития еловых древостоев, составленные по данным сотен пробных площадей, мы решили проверить найденные И.С.Марченко [8] некоторые биологические константы, существующие в развитии древостоев и обусловленные влиянием его «биополя», под которым понималась интегральная сумма излучений всех его живых клеток.

Обсуждение концепций И. С. Марченко и его «нетрадиционного лесоводства» приведено в нашей работе [20], и здесь мы покажем только результаты нашей провер-

ки предложенных им констант. Мы провели анализ шести моделей роста древостоев ели по вариантам начальной густоты по данным нашей работы [28], а также семь моделей хода роста культур с начальной густотой 3,6–8,5 тыс. шт./га и моделей их выращивания при её регулировании. Полный их анализ дан в наших работах, представленных также в электронном виде на сайте ПГНИУ [29, 30]. Здесь мы приведём только главные моменты из них:

а) оказалось, что в развитии древостоев ели с малой начальной густотой (1,0 и 1,3 тыс. шт./га) в наиболее распространённых условиях обнаружено, что, начиная с 45 и до 120 лет, суммарный объём крон есть величина постоянная и изменяется, соответственно, в пределах 50,6–52 и 46,4–47,5 тыс. м³/га; эта биологическая константа является пределом для ели в указанных условиях, сверх которого полог древостоя уже не может заполняться биомассой;

б) суммарный объём крон в древостое определяется его начальной густотой, которая детерминирует предельные значения текущего прироста по запасу. После пика этого прироста (в 25–40 лет) древостой адаптирован именно к своей линии развития, обладает её инерцией и изменить развитие на более производительный рост после его кульминации какими-либо разрезываниями почти невозможно (рис. 3);

в) в этот критический период деревья адаптируются к нему путём формирования малообъёмных крон в стремлении сохранить свою численность, поэтому «фаза чащи» нечувствительна для изменения линии роста. По-видимому, именно в этот период (и после него) С. Н. Сенновым [31] и были проведены рубки ухода на опытных участках, с парадоксальным заключением о «невозможности повышения производительности средневозрастных древостоев регулированием их густоты». Однако наши исследования убедительно показали, что более ранние рубки ухода меняют динамику в желательную сторону (рис. 4).

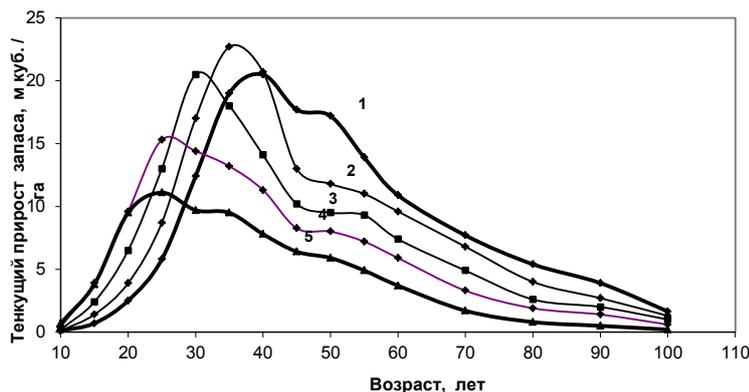


Рис. 3. Текущий прирост по запасу в моделях роста еловых древостоев в типах условий местопроизрастания C_2-C_3 с начальной плотностью: 1 – 1,0; 2 – 1,65; 3 – 2,9; 4 – 5,1; 5 – 14 тыс. шт./га [по 30]

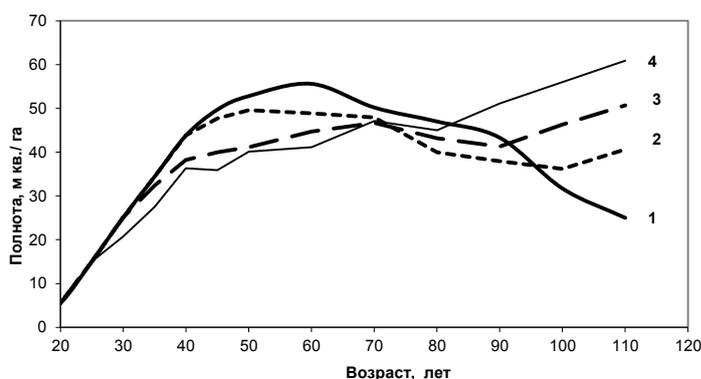


Рис. 4. Абсолютная полнота в моделях выращивания еловых культур в ТЛУ B_3-C_3 , имеющих начальную плотность в 10 лет 3,6 тыс. шт./га: 1 – без рубок ухода; 2 – начало рубок в 40 лет; 3 – начало рубок в 30 лет; 4 – начало рубок ухода в 25 лет [по 30]

Вполне вероятно, что отмеченное выше [2] для условий A_1 парадоксальное снижение нормированной продуктивности культур на 4,5 % в сравнении с естественными насаждениями вызвано теми же причинами, а именно запоздалыми разреживаниями культур, либо вообще их отсутствием в густых культурах. В результате в них наступил критический период в развитии с потерей их продуктивности, в отличие от естественных ценозов, где этот период был более мягким, либо его не было совсем по причине неравномерной, а также пониженной густоты, которая часто имеет место в естественных сосняках лишайниковых на боровых почвах.

Таким образом, установлены следующие явления, наблюдаемые в древостоях: а) противоположная реакция на конкуренцию в виде изменения частоты встре-

чаемости и изменения продуктивности правых и левых форм сосны и ели; б) изначальная адаптация этих форм к сухим или влажным почвам; в) различия в генотипической структуре у разных по плотности популяций; г) наследственная «память» потомства на конкурентные условия, в которых формировались их родители; д) развитие древостоев в зависимости от начальной густоты строго в рамках определённой модели роста. Все эти явления приводят к тому, что в развитии древостоев возникает некий критический период, после которого почти невозможно изменить его развитие. Он приходится, например, в ельниках изначально густых уже на 15–20 лет. Другие породы будут иначе менять линии роста в ответ на разреживания и на начальную густоту, однако общее правило не изменится: крайне

важно начинать регулировать густоту культур и естественных молодняков задолго до наступления максимумов полноты, сомкнутости полога, сомкнутости крон и прироста; чем раньше эта работа будет осуществлена, тем её эффект будет выше, тем продуктивнее окажется древостой и тем дольше будет период его интенсивного роста. Отсутствие таких разреживаний будет особенно критично для культур на сухих почвах, где *должны преобладать* левые формы растений, предпочитающие именно такие условия и требующие для продуктивного развития ослабленных конкурентных отношений.

Заключение. Рассмотренные выше множественные связи и влияния невозможно свести к главенству каких-либо одних и принизить значимость других. Нашей задачей было попытаться объединить их в некую непротиворечивую теорию, логическую модель или концепцию и дать прогноз возможного развития культур в борových условиях на сухих почвах. Изложим их в виде нескольких последовательных пунктов, используя некоторые конкретные примеры из практики выращивания культур.

1. При использовании семян из сухих типов леса в их потомстве мы получаем левых форм примерно на 10–24 % больше и к 8–10 годам из них формируются лидеры. В это время кроны смыкаются, что вызывает депрессию их роста и выход далее этого возраста в лидеры уже правых форм, толерантных к конкуренции. Но если ценоз после этого возраста постоянно разреживать и держать деревья в условиях относительно свободного стояния, с ориентацией на выращивание 0,7–1,0 тыс. экз. на 1 га, то левые формы сохраняют своих лидеров и ход роста будет самым продуктивным.

2. Если же разреживание произвести позднее, например, в 20–40 лет, ожидая «дифференциации» или смыкания крон между рядами в культурах, как это предписывает лесоводство, то это приведёт к

оставлению в древостое в основном уже правых форм, лидирующих по росту в условиях высокой плотности, но растущих хуже левых; левые же формы останутся в меньшинстве и древостой понизит продуктивность.

3. При использовании семян из оптимальных по увлажнению типов леса можно рассчитывать на получение в потомстве равного соотношения правых и левых форм. Однако если древостой для заготовки семян будут выбраны густыми, то доля нежелательных для сухих условий правых форм увеличится, поэтому несоблюдение правила «семена для продуктивных лесов получают точно в тех условиях, где планируется их выращивание, включая плотность популяции» чревато снижением продуктивности культур.

4. Если же в дополнение к несоответствующему происхождению семян густые, или даже средние по густоте культуры при их выращивании не разреживать, то итог будет ещё более печален: они быстро пройдут критический период в соответствии с законом развития простых древостоев и начнут распадаться уже в 55–70 лет даже в оптимальных условиях. Именно это и случилось со всеми посадками ели, созданными в начале XX века по схеме 0,71×1,42 и 1,07×2,13 м в Пермском крае (культуры Теплоуховых), которые мы обследовали на 28 участках в возрасте старше 70 лет [29].

5. В отличие от ели сосна более универсальная порода: она более долговечна, пластична, хорошо переносит загущение и устойчива к засухе; однако и её устойчивость не бесконечна, и намеренно испытывать её толерантность к загущению как в рядах культур, так и в биогруппах на сухих почвах, по-видимому, не стоит. Во всяком случае, проведённый краткий обзор результатов наших работ и некоторые правила выращивания лесов, из них вытекающие, не оставляют надежд на повышение продуктивности и долговечности её культур и естественных молодняков, выращи-

ваемых вплоть до 40 лет в загущенном состоянии. Вполне возможно, что культуры с попарно сближенными рядами, с расстоянием между ними до 7–9 м, будут продуктивными ещё некоторое время. Но опасность утраты их устойчивости реальна, по-

этому в будущих опытах по уходу в культурах были бы показательны варианты ранних (в 10–13 лет) разреживаний по правилам плантационного выращивания, для которого и в самых сухих условиях имеются для сосны отличные предпосылки.

Работа выполнена при финансовой поддержке задания 2014/153 государственных работ в сфере научной деятельности в рамках базовой части государственного задания Минобрнауки России (№ гос. регистрации 01201461915).

Список литературы

1. Калинин, К.К. Особенности естественного и искусственного лесовосстановления на горяях 1921 и 1972 годов в Марийском Заволжье / К.К. Калинин // Лесовосстановление в Поволжье: состояние и пути совершенствования: сборник статей. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – С. 55-61.
2. Романов, Е.М. Искусственное лесовосстановление в Среднем Поволжье: состояние и задачи по совершенствованию / Е.М. Романов, Т.В. Нурева, Н.В. Еремин // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2013. – № 3. – С. 5-14.
3. Голиков, А. М. Использование эколого-диссимметрического подхода в селекционной практике генетического улучшения хвойных лесов: Методические рекомендации / А. М. Голиков, А.В. Жигунов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 2012. – 62 с.
4. Голиков, А.М. Влияние экстремальных условий местопроизрастания на диссимметрическую и генетическую структуру популяций сосны обыкновенной / А.М. Голиков // Опыт внедрения устойчивого лесопользования и лесопользования в практику: Материалы междунар. науч.- практ. конф. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2013. – С. 67-71.
5. Голиков, А.М. Рост и конкурентные свойства энантиоморф ели европейской в 28-летних культурах / А.М. Голиков, М.В. Рогозин // Вестник Пермского университета. – 2013. – № 1. – С. 4-13.
6. Карасева, М.А. Агротехнические аспекты повышения биологической устойчивости культур сосны обыкновенной на горяях в боровых условиях / М.А.Карасева, В.Н.Карасев, К.Т. Лежнин // Лесовосстановление в Поволжье: состояние и пути совершенствования: сборник статей. – Йошкар-Ола: ПГТУ, 2013. – С. 68-74.
7. Маслаков, Е. Л. Об особенностях роста и дифференциации деревьев в молодяках сосны / Е. Л. Маслаков // Восстановление и мелиорация лесов Северо-Запада РСФСР. – Л.: ЛенНИИЛХ, 1980. – С. 53-61.
8. Марченко, И.С. Биополесные экосистемы / И.С. Марченко. – Брянск: БГИТА, 1995. – 188 с.
9. Горелов, А.М. Биолокация и ее использование в изучении растений / А.М. Горелов. – Киев: Фитосоциоцентр, 2007. – 112 с.
10. Рогозин, М.В. Деревья-лидеры, биогруппы и геоактивные зоны / М.В. Рогозин // Лабораторный журнал. – 2013. – №2. – С.29-44. [Электронный ресурс]: <http://labfranep.com/article/7>
11. Горячев, В.М. Влияние пространственного размещения деревьев в сообществе на формирование годичного слоя древесины хвойных в южнотажных лесах Урала / В.М. Горячев // Экология. – 1999. – № 1. – С. 9-19.
12. Сеннов, С.Н. Итоги 60-летних наблюдений за естественной динамикой леса / С.Н. Сеннов. – СПб.: СПбНИИЛХ, 1999. – 98 с.
13. Шутов, И.В. Значение неравномерного размещения деревьев в культурах сосны / И.В. Шутов, Л.Н. Товкач, Н.М. Минакова и др. // Лесное хозяйство. – 2001. – № 4. – С. 18-20.
14. Бакшаева, В.И. Явление диссимметрии морфологических признаков вегетативных и генеративных органов сосны и ели в Карелии / В.И. Бакшаева // Лесоведение. – 1971. – № 6. – С. 55-61.
15. Голиков, А.М. Формы сосны обыкновенной и их селекционное значение в условиях Псковской области / А.М.Голиков. – Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук: 06.03.01. – Свердловск, 1985. – 18 с.
16. Голиков, А. М. Эколого-диссимметричный и изоферментный анализ структуры модельных популяций сосны обыкновенной / А. М. Голиков // Лесоведение. – 2011. – № 5. – С. 46-51.
17. Хохрин, А.В. Внутривидовая диссимметрическая изменчивость древесных растений в связи с их экологией: Автореф. дис. ... д-ра биол. наук. 03.00.16. / А.В. Хохрин. – Свердловск, 1977. – 49 с.
18. Голиков, А.М. Влияние густоты посадки на рост и конкурентные отношения энантиоморф сосны и ели в 28-летних плантационных культурах / А.М. Голиков, Н.Л. Бурый // Рациональное природопользование и перспектива устойчивого развития лесного сектора экономики: Тез. докл. конф. – Великий Новгород: НовГУ им. Ярослава Мудрого, 2008. – С. 78-81.

19. *Разин, Г.С.* Вопросы онтогенеза и динамики древостоев / Г.С. Разин, М.В. Рогозин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2013. – Вып. 2(50). – С. 23-32.
20. *Рогозин, М.В.* Изменение параметров ценопопуляций *Pinus sylvestris* L. и *Picea abies* (Regel) Kom. в онтогенезе при искусственном и естественном отборе: Автореф. дисс. ... д. б. наук. / М.В. Рогозин. – Пермь: ПГНИУ, 2013. – 47 с.
21. *Golikov, A.M.* Adaptive disparity of dissymmetrical forms of *Pinus sylvestris* L. and *Picea abies* L. Karst. in the north – west of Russian SFSR / A.M. Golikov // Symmetry of structure. Interdisciplinary symmetry symposia. – Budapest: The Hungarian Academy of Sciences, 1989. – Pt. 1. – Pp. 168-171.
22. *Чернов, Н.Н.* Биотектоника – методологическая основа изучения форм в живой природе / Н.Н. Чернов. – Екатеринбург: Уральский государственный лесотехнический университет, 2013. – 137 с.
23. *Швиденко, А.З.* Таблицы и модели хода роста и продуктивности насаждений основных лесобразующих пород Северной Евразии (нормативно-справочные материалы) / А.З. Швиденко, Д. Г. Щепашенко, С.Нильсон, Ю. И. Бугуй. – М.: Рослесхоз, 2008. – 886 с.
24. *Разин, Г.С.* Динамика сомкнутости одноярусных древостоев / Г.С. Разин // Лесоведение. – 1979. – № 1. – С. 23-25.
25. *Верхунов, П.М.* Таксация леса / П.М. Верхунов, В.Л. Черных. – Йошкар-Ола: МарГТУ, 2007. – 395 с.
26. *Разин, Г.С.* О методических подходах построения эскизов таблиц хода роста / Г.С. Разин, М.В. Рогозин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2011. – № 1-2 (45-46). – С. 48-57.
27. *Разин, Г.С.* Способ формирования одноярусных древостоев / Г.С. Разин. – Описание изобретения к а. с. SU 1464970 A1.15.03.1989. Опубликовано: Бюлл. №10.
28. *Разин, Г.С.* О ходе роста древостоев. Догматизм в лесной таксации / Г.С. Разин, М.В. Рогозин // Вестник Пермского университета. Сер.: Биология. – 2009. – Вып.10 (36). – С. 9-38.
29. *Рогозин, М.В.* Лесные культуры Теплоуховых в имении Строгановых на Урале: история, законы развития, селекция ели / М.В. Рогозин, Г.С. Разин; Издание второе. – Пермь: Перм. гос. нац. иссл. ун-т, 2012. – 210 с. [Электронный ресурс]: <http://www.elibrary.ru>; www.psu.ru.
30. *Рогозин, М.В.* Вопросы онтогенеза и динамики древостоев / М.В. Рогозин, Г.С. Разин // Лесная таксация и лесоустройство. – 2013. – № 2 (50). – С. 23-32.
31. *Сеннов, С.Н.* Уход за лесом: экологические основы / С.Н. Сеннов – М.: Лесная промышленность, 1984. – 127 с.

Статья поступила в редакцию 07.07.14.

Ссылка на статью: Рогозин М. В., Голиков А. М., Разин Г. С. О выращивании леса на сухих почвах: теоретические подходы // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Сер.: Лес. Экология. Природопользование. – 2014. – № 3 (23). – С. 5-17.

Информация об авторах

РОГОЗИН Михаил Владимирович – доктор биологических наук, заведующий лабораторией экологии леса, доцент кафедры ботаники и генетики, Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета. Область научных интересов – лесоведение, лесная таксация, моделирование хода роста, взаимодействие генотип-среда, биополя растений и физические поля Земли, лесные культуры, селекция и семеноводство. Автор 115 публикаций, в т.ч. двух монографий.

E-mail: rog-mikhail@yandex.ru

ГОЛИКОВ Анатолий Матвеевич – кандидат сельскохозяйственных наук, инженер 1 категории, Филиал ФГУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Новгородской области». Область научных интересов – лесоведение, лесная генетика, лесные культуры, селекция и семеноводство сосны обыкновенной, ели европейской и финской. Автор более 50 публикаций, в т.ч. одной монографии.

E-mail: toly.golikov@yandex.ru

РАЗИН Геннадий Сергеевич – консультант лаборатории экологии леса, Естественнонаучный институт Пермского государственного национального исследовательского университета. Автор более 80 публикаций, в т.ч. одной монографии

E-mail: zhal73@mail.ru

ON FOREST CULTIVATION IN DRY SOIL LANDS: THEORETICAL APPROACH

M.V. Rogozin¹, A.M. Golikov², G.S. Razin¹¹Perm State National Research University,
4, Genkelya St., Perm, 614990, Russian Federation
E-mail: rog-mikhail@yandex.ru²Forest Protection Centre in Novgorod Oblast,
81 (building 2), B.Sankt-Peterburgskaya St., Velikiy Novgorod, 173008, Russian Federation
E-mail: toly.golikov@yandex.ru**Key words:** stand; development; models; density; genotypic structure; offspring; hereditability; dry soils.

ABSTRACT

Forest restoration at the dry soils is one of the crucial problems for modern forestry. **The goal** of the research is to develop a logical model stand growth in dry sandy soil with the purpose to predict stand growth (up to mature age) based on the analysis of the model of plantations growth (plantations have specific initial density and soil moisture conditions). **Methods.** A comparative analysis of data, obtained by the authors, was used in the research. The authors obtained data in the gradients of soil moistening and in the gradients of initial density of the cenosis of artificial origin. The following characteristics were analyzed: the reverse reaction to competitiveness by way of frequency and productivity change of the right and left types (according to A.V. Khokhrin) of pine and fir; heritable adaptation of these species either to dry or moist soils; differences in genotypic structure (population of different density); heritable "memory" of new generation to competitive conditions, which parent trees were growing in; stands growth depending on initial density strongly within the definite growth models. **Results.** The analysis showed that all these factors lead to the critical period occurrence in stands development. Later it will be almost impossible to change development of stands. Thus, it is vital to control density of plantations and natural young stands well before trees have maximum density, closure stands, canopy closure and increment. The earlier this work is done, the more productive the stand will be and the longer the period of intensive growth will be.

The research was carried out with the financial support of state works in the field of research activity 2014/153 within the basic part of the state task of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation (registration number 01201461915).

REFERENCES

1. Kalinin K.K. Osobennosti estestvennogo i iskusstvennogo lesovosstanovleniya na garyakh 1921 i 1972 godov v Mariyskom Zavolzh'e [Peculiarities of Natural and Artificial Forest Restoration at the Fire Sites of 1921 and 1972 (Mari Forests)]. *Lesovosstanovlenie v Povolzh'e: sostoyanie i puti sovershenstvovaniya: sbornik statey* [Forest Restoration in the Middle Volga Region: Condition and Ways of Improvement: collected papers]. Yoshkar-Ola: Volga Tech, 2013. Pp.55-61.
2. Romanov E.M., Nureeva T.V., Eremin N.V. *Iskusstvennoe lesovosstanovlenie v Srednem Povolzh'e: sostoyanie i zadachi po sovershenstvovaniyu* [Artificial Reafforestation in the Middle Volga Region: Present-Day Situation and Tasks in Hand for Improvement]. *Vestnik Povolzhskogo gosudarstvennogo tekhnologicheskogo universiteta. Ser.: Les. Ekologiya. Prirodopolzovanie. [Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management].* 2013. № 3. Pp. 5-14.
3. Golikov A. M., Zhigunov A.V. *Ispolzovanie ekologo-disimmetricheskogo podkhoda v selektsionnoy praktike geneticheskogo uluchsheniya khvoynykh lesov: metodicheskie rekomendatsii* [Application of Ecological and Dissymmetry Approach in Selection Directed to Genetic Improvement of the Coniferous Forests: methodic recommendations]. Saint-Petersburg: SPbNIIKh, 2012. 62 p.
4. Golikov A.M. Vliyanie ekstremalnykh usloviy mestoproizrastaniya na dissimmetricheskuyu i geneticheskuyu strukturu populyatsiy sosny obychnovnoy [Influence of Extreme Conditions of the Habitat on the Dissymmetry and Genetic Structure of Scots Pine Population]. *Opyt vnedreniya ustoychivogo lesopolzovaniya i lesoupravleniya v praktiku* [An Experience of Sustainable Forest Management Introduction]. *Materialy mezhdun. nauch.- prakt. konf* [Proceedings of International Research Conference.]. Velikiy Novgorod: Nov.GU im. Yaroslava Mudrogo. 2013. Pp. 67-71.
5. Golikov A.M., Rogozin M.V. Rost i konkurentnye svoystva ehnantiomorf eli evropeyskoy v 28-letnikh kulturakh [Growth and Competitive Properties

of the European Fir (28-year old plantations)]. *Vestnik Permskogo universiteta* [Vestnik of Perm University]. 2013. № 1. Pp. 4-13.

6. Karaseva M.A., Karasev V.N., Lezhnin K.T. Agrotekhnicheskie aspekty povysheniya biologicheskoy ustoychivosti kultur sosny obyknovennoy na garyakh v borovykh usloviyakh [Agrotechnical Aspects for Improvement of Biological Stability of Scots Pine Plantations at the Fire Sites in Pine Forests]. *Lesovostanovlenie v Povolzhe: sostoyanie i puti sovershenstvovaniya: sbornik statey* [Forest Restoration in the Middle Volga Region: Condition and Ways of Improvement: collected papers]. Yoshkar-Ola: Volga Tech, 2013. Pp. 68-74.

7. Maslakov E. L. Ob osobennosti rosta i differentsiatsii derevev v molodnyakakh sosny [On Peculiarity of Growth and Differentiation of Trees in Young Pine Forests]. *Vosstanovlenie i melioratsiya lesov Severo-Zapada RSFSR* [Restoration and Amelioration of the Forests in the North-West of RSFSR]. Leningrad: LenNILKh, 1980. Pp. 53-61.

8. Marchenko I.S. *Biopole lesnykh ekosistem* [Biofield of Forest Ecosystems]. Bryansk: BGITA, 1995. 188 p.

9. Gorelov A.M. *Bioloatsiya i ee ispolzovanie v izuchenii rasteniy* [Biolocation and Its Use in Plants Study]. Kiev: Fitosotsiotsentr, 2007. 112 p.

10. Rogozin M.V. Derevyia-lidery, biogruppy i geoaktivnye zony [Trees-Leaders, Biogroups and Geoactive Zones]. *Laboratornyy zhurnal* [Laboratory Journal]. 2013. № 2. Pp. 29-44. URL: <http://labfrapnep.com/article/7>

11. Goryachev V.M. Vliyanie prostranstvennogo razmeshcheniya derevev v soobshchestve na formirovanie godichnogo sloya drevesiny khvoynykh v yuzhnotaezhnykh lesakh Urala [Influence of Spatial Distribution of Trees in the Community on the Formation of an Annual Layer in Coniferous Trees in the South-Taiga Ural Forests]. *Ekologiya* [Ecology]. 1999. № 1. Pp. 9-19.

12. Sennov P.N. *Itogi 60-letnikh nablyudeniy za estestvennoy dinamikoylea* [Results of 60-year Observations of Natural Forest Dynamics]. Saint-Petersburg.: SPbNILKh, 1999. 98 p.

13. Shutov I.V., Tovkach L.N., Minakova N.M., et al. Znachenie neravnomernogo razmeshcheniya derevev v kulturakh sosny [The Role of Irregular Distribution of Trees in Pine Plantations]. *Lesnoe khozyaystvo* [Forestry]. 2001. № 4. Pp. 18-20.

14. Bakshaeva V.I. Yavlenie dissimmetrii morfologicheskikh priznakov vegetativnykh i generativnykh organov sosny i eli v Karelii [The Phenomenon of Dissymmetry of Morphological Characteristics of Vegetative and Generative Organs of Pine and Fir in Karelia]. *Lesovedenie* [Forestry]. 1971. № 6. Pp. 55-61.

15. Golikov A.M. Formy sosny obyknovennoy i ikh selektsionnoe znachenie v usloviyakh Pskovskoy

oblasti: avtoref. dis.kand.biologicheskikh nauk: 06.03.01. [Types of Scots Pine and Their Selective Significance in Pskov Oblast: avtoref. of the thesis for the Candidate degree (Biological sciences):06.03.01.]. Sverdlovsk, 1985. 18 p.

16. Golikov A. M. Ekologo-disimmetriynyy i izofermentnyy analiz strukturnykh modelnykh populyatsiy sosny obyknovennoy [Ecological and Dissymmetry and Isoenzyme Analysis of the Structural Model Populations of Scots Pine]. *Lesovedenie* [Forestry]. 2011. № 5. Pp. 46-51.

17. Khokhrin A.V. Vnutrividovaya dissimmetricheskaya izmenchivost drevesnykh rasteniy v svyazi s ikh ekologiyey: avtoref. dis.d-ra. biol. nauk. 03.00.16. [Intraspecies Dissymmetry Variability of Woody Plants Depending on Ecology: avtoref. of the thesis for Doctor degree (Biological sciences). 03.00.16.]. Sverdlovsk, 1977. 49 p.

18. Golikov A.M., Burihi N.L. Vliyanie gustoty posadki na rost i konkurentnye otnosheniya ehnantiomorf sosn i eli v 28-letnikh plantatsionnykh kulturakh [Influence of Planting Density on the Growth and Competitive Relations of Pines and Fir in 28-year Old Plantations]. *Ratsionalnoe prirodopolzovanie i perspektiva ustoychivogo razvitiya lesnogo sektora ekonomiki: tez. dokl. konf.* [Rational Nature Management and Perspective of Sustainable Development of Forest Sector of Economy: proceedings of the conference reports]. Velikiy Novgorod: NovGU im. Yaroslava Mudrogo, 2008. Pp. 78-81.

19. Razin G.S., Rogozin M.V. Voprosy ontogeneza i dinamiki drevostoev [Problems of Ontogeny and Dynamics of Stands]. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo* [Forest Valuation and Forest Surveying]. 2013. Issue 2(50). Pp. 23-32.

20. Rogozin M.V. Izmenenie parametrov tsenopopulyatsiy Pinus sylvestris L. i Picea fennica (Regel) Kom. v ontogeneze pri iskusstvennom i estestvennom otbore: avtoref. diss. d. b. nauk. [Change in Parameters of Cenopopulation of Pinus sylvestris L. and Picea fennica (Regel) Kom. in Ontogeny in Natural and Artificial Selection: avtoref. of the thesis of Doctor degree (Biological sciences)]. Perm: PGNIU, 2013. 47 p.

21. Golikov A.M. Adaptive Disparity of Dissymmetrical Forms of Pinus Sylvestris L. and Picea Abies L. Karst. in the North – West of Russian SFSR. Symmetry of Structure. Interdisciplinary Symmetry Symposia, Budapest: The Hungarian Academy of Sciences, 1989. Pt. 1. Pp. 168-171.

22. Chernov N.N. *Biotektonika – metodologicheskaya osnova izucheniya form v zhivoy prirode* [Biotektonics – Methodological Basis to Study the Forms of Wildlife]. Ekaterinburg: Ural State Forest Engineering University, 2013. 137 p.

23. Shvidenko A.Z., Thepathenko D. G., Nilson P., Buguy Yu. I. *Tablitsy i modeli khoda rosta i*

produktivnosti nasazhdeniy osnovnykh lesobrazuyushchikh porod Severnoy Evrazii (normativno-spravochnye materialy) [Tables and Models of Growth Course and Productivity of Stands of the Main Forest-Forming Species in North Eurasia (regulatory-reference materials)]. Moscow: Rosleskhoz, 2008. 886 p.

24. Razin G.S. Dinamika somknutosti odnoryasnykh drevostoev [Dynamics of Closure of Single-Storey Forest]. *Lesovedenie* [Forestry]. 1979, № 1. Pp. 23-25.

25. Verkhunov P.M., Chernykh V.L. *Taksatsiya lesa* [Forest Valuation]. Yoshkar-Ola: MarSTU, 2007. 395 p.

26. Razin G.S., Rogozin M.V. O metodicheskikh podkhodakh postroeniya eskizov tablits khoda rosta [About Methodical Approaches of Growth Course of the Sketches of Tables Construction]. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo* [Forest Valuation and Forest Surveying]. 2011. № 1-2 (45-46). Pp. 48-57.

27. Razin G.S. Sposob formirovaniya odnoryasnykh drevostoev [A Way of Formation of Single-Storey Stands]. Opisaniye izobreteniya k a.s. SU 1464970 A1.15.03.1989. Opublikovano: Byull. №10

[Description of Invention k a.s. SU 1464970 A1.15.1989. Published: Bul.№10].

28. Razin G.S., Rogozin M.V. O khode rosta drevostoev. Dogmatizm v lesnoy taksatsii [On the Stands Growth Course]. *Vestnik Permskogo universiteta. Seriya biologiya* [Vestnik of Perm University. Series: Biology]. 2009. Issue 10 (36). Pp.9-38.

29. Rogozin M.V., Razin G.S. Lesnye kultury Teploukhovykh v imenii Stroganovykh na Urale: istoriya, zakony razvitiya, selektsiya eli. Izdanie vtoroe. [Forest Plantations of Teploukhovs in Stroganov Estate in the Ural: History, Development Laws, Selection of Fir]. Perm: Perm State National Research Institute, 2012. 210 p. URL: <http://www.elibrary.ru/www.psu.ru>.

30. Rogozin M.V., Razin G.S. Voprosy ontogeneza i dinamiki drevostoev [Problems of Ontogeny and Dynamics of Stands]. *Lesnaya taksatsiya i lesoustroystvo* [Forest Surveying and Forest Valuation]. 2013. №2 (50). Pp. 23-32.

31. Sennov P.N. *Ukhod za lesom: ekologicheskie osnovy* [Forest Care: Ecological Basis.]. Moscow: Lesnaya promyshlennost, 1984. 127 p.

The article was received 07.07.14.

Citation for an article: Rogozin M.V., Golikov A.M., Razin G.S. On forest cultivation in dry soil lands: theoretical approach. *Vestnik of Volga State University of Technology. Ser.: Forest. Ecology. Nature Management.* 2014. No 3(23). Pp. 5-17.

Information about the authors

ROGOZIN Mikhail Vladimirovich – Doctor of Biological Sciences, Head of the “Forest Ecology” laboratory, Associate Professor at the Chair of Botany and Genetics, Perm State National Research University. Research interests – forestry, forest valuation, yield simulation, interaction genotype-environment, biofields of plants and physical fields of the Earth, plantations, selection and seed-age. The author of 115 publications, including two monographs. E-mail: rog-mikhail@yandex.ru

GOLIKOV Anatoliy Matveyevich – Candidate of Agricultural Sciences, 1st category engineer, Branch of Federal State University “Russian Forests Protection” (Rosleskhozashchita) of TSZL Novgorod oblast”. Research interests – forestry, forest genetics, plantations, selection and seedage of Scots pine, Norway spruce, Finnish spruce. The author of more than 50 publications, including one monograph. E-mail: toly.golikov@yandex.ru

RAZIN Gennadiy Sergeyeovich – consultant at the “Forest Ecology” laboratory, Perm State National Research University. The author of more than 80 publications, including one monograph. E-mail: zhal73@mail.ru