

Сведения об авторах

Бартенев Игорь Иванович – заведующий отделом семеноводства и семеноведения сахарной свеклы с элементами механизации ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», кандидат технических наук, п. ВНИИСС, Воронежская область, Российская Федерация; e-mail: vniiss@mail.ru.

Подвигина Ольга Анатольевна – ведущий научный сотрудник ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», доктор сельскохозяйственных наук, п. ВНИИСС, Воронежская область, Российская Федерация; e-mail: vniiss@mail.ru.

Гаврин Денис Сергеевич – научный сотрудник отдела семеноводства и семеноведения сахарной свеклы с элементами механизации ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт сахарной свеклы и сахара имени А.Л. Мазлумова», кандидат сельскохозяйственных наук, п. ВНИИСС, Воронежская область, Российская Федерация; e-mail: vniiss@mail.ru.

Подосинников Игорь Владимирович – директор ООО «Ольховатский семенной завод», п. Ольховатка, Воронежская область, Российская Федерация.

Information about authors

Bartenev Igor Ivanovich – Head of the Department of Seed Growing and Seed Research of Sugar Beets with Elements of Mechanization, FSBSI «All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov», PhD (Engineering), village VNISS, Voronezh Region, Russian Federation; e-mail: vniiss@mail.ru.

Podvigina Olga Anatolievna – Leading Researcher, FSBSI «All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov», DSc (Agriculture), village VNISS, Voronezh Region, Russian Federation; e-mail: vniiss@mail.ru.

Gavrin Denis Sergeevich – Researcher of the Department of Seed Growing and Seed Research of Sugar Beets with Elements of Mechanization, FSBSI «All-Russian Research Institute of Sugar Beet and Sugar named after A.L. Mazlumov», PhD (Agriculture), village VNISS, Voronezh Region, Russian Federation; e-mail: vniiss@mail.ru.

Podosinnikov Igor Vladimirovich – director, «Olkhovatsky Seed Plant», Olkhovatka, Voronezh Region, Russian Federation.

DOI: 10.12737/article_5c1a3237290288.22345283

УДК 630*232.318 : 630*651.72

АНАЛИЗ ОПЕРАЦИОННЫХ МЕХАНИЗИРОВАННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ СЕПАРАЦИИ СЕМЯН ПРИ ИСКУССТВЕННОМ ЛЕСОВОССТАНОВЛЕНИИ

доктор технических наук, профессор **М. В. Драпалюк**¹

кандидат технических наук, доцент **А. И. Новиков**¹

¹ – ФГБОУ ВО «Воронежский государственный университет имени Г.Ф. Морозова»,

г. Воронеж, Российская Федерация

Выбор технологии и технических средств для сепарации семян перед посевом или хранением формируется на основании аналитической информации о применении решетной, безрешетной и оптической технологий в науке и практике искусственного лесовосстановления. Основанием для проведения исследований является необходимость нахождения четкого критерия применимости альтернативных методик сепарации лесных семян в сравнении с традиционными. В качестве методов исследования использовались структурно-функциональное моделирование и SWOT-анализ. Установлено, что применение того или иного способа механизированной сепарации семян в структуре затрат на искусственное лесовосстановление должно складываться в зависимости от вида древесной породы, назначения полученного семенного материала, экономической эффективности применения конкретного способа сепарации в определенных условиях, условий лесохозяйственного регламента, возможностей (наличия кадрового резерва, технических средств и пр.) и временного диапазона применения способа сепарации, наибольшей вероятности получения положительного результата. SWOT-анализ показывает, что основным внешним вероятным фактором, затрудняющим использование решетной

и безрешетной технологий, является технологический переворот. Современный уровень развития оптической технологии, основанной на спектрометрических показателях семян, и возможность создания малоэнергоемких технических средств, базирующихся на применении современных оптических комплектующих, прогнозирует в будущем постепенную замену технологий. Тем не менее, в дальнейшем необходимо ответить на следующие вопросы: насколько согласованы мнения ученых о целесообразности использования технологий сепарации? Каковы априори основные критерии, влияющие на эффективность применения оптической технологии?

Ключевые слова: сепарация, количественный признак, качественный признак, лесное хозяйство, лесовосстановление, операционная технология, лесные семена, цвет семенной кожуры, экспресс-анализ.

ANALYSIS OF OPERATIONAL MECHANIZED TECHNOLOGIES OF SEED SEPARATION UNDER ARTIFICIAL FOREST RESTORATION

DSc (Engineering), Professor **M. V. Drapalyuk**¹

PhD (Engineering), Associate Professor **A. I. Novikov**¹

1 – Federal State Budget Education Institution of Higher Education «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», Voronezh, Russian Federation

Abstract

The choice of technology and technical means for the separation of seeds before sowing or storage is formed on the basis of analytical information on the use of sieve, sieveless and optical technologies in science and practice of artificial reforestation. The basis for research is the need to find a clear criterion for the applicability of alternative methods of separation of forest seeds in comparison with traditional ones. Structure and functional modeling and SWOT analysis have been used as research methods. It has been established that the use of one or another method of mechanized separation of seeds in the cost structure for artificial reforestation should take into account the type of tree species, the purpose of the obtained seed, the economic efficiency of using a particular separation method in certain conditions, conditions of forest management regulations, opportunities (availability of personnel reserve technical equipment, etc.) and the time range of application of the method of separation, the most likely to obtain positive result. SWOT analysis shows that the main external probable factor that impedes the use of sieve and sieveless technologies is technological revolution. The current level of development of optical technology based on spectrometric indicators of seeds, and the possibility of creating low-power-intensive technical equipment based on the use of modern optical components, predicts gradual replacement of technologies in future. Nevertheless, it is necessary to answer the following questions in the future: how much the opinions of scientists are based on the feasibility of using separation technologies? What are the a priori basic criteria affecting the efficiency of the application of optical technology?

Keywords: separation, quantitative characteristic, qualitative characteristic, forestry, reforestation, operational technology, forest seeds, seed skin color, express analysis.

Введение

Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года, утвержденная 20 сентября 2018 г. Распоряжением Правительства РФ № 1989-р [23], четко обозначает меры по развитию лесного семеноводства в современном лесовосстановлении. Их реализация субъектами РФ предполагает сосредоточение усилий научного, производственного и административного контингента в установлении взаимосвязи «репродуктивный материал – питомник – арендаторы лесных земель».

Во-первых, *улучшение качественных показателей и повышение конкурентоспособности репродуктивного материала*. Отметим позиционирование Стратегией особого значения для воспроизводства

лесов «семян, хранящиеся в Федеральном фонде семян лесных растений, используемых только в случае неурожайных лет и стихийных бедствий и необходимости доведения запасов с 12,3 до 56,4 т» [23]. Анализ итогов работы (рис. 1) специалистов ФБУ «Рослесозащита» по оценке хозяйственно-возможного сбора (ХВС) семян основных лесобразующих пород установил потенциальный запас на период осени 2018 – весны 2019 года в целом по РФ как 305 588,2 кг [24]. Более того, в Воронежской области наблюдается отсутствие организаций, производящих семена в чистом виде, только посадочный материал из них, а реализующие показывают положительную динамику по численности [6, 7, 8]. При объеме ХВС по Воронежской области, состав-

ляющем 18 133 кг, большая его часть приходится на желуди (18 000 кг), планируемые к сбору в лесных насаждениях (17 250 кг) и других местах заготовки (750 кг). Остальной объем (133 кг) приходится на семена сосны, планируемые к сбору на ПЛСУ (продуцирующие, улучшенные – 10 кг) и в лесных насаждениях (123 кг). Остаются достаточно дискуссионными вопросы о качестве собранных в будущем семян и применяемых технологиях сбора и особенно подготовки семян к хранению (в реестре приведены данные только 6 организаций, осуществляющих только хранение семян) или посеву. Более того, наблюдается разрозненность между сбором и реализацией, то есть выводом конкурентоспособной продукции как на внутренний, так и на внешний рынки.

Во-вторых, *расширение услуг и модернизация существующих лесных питомников в части реализации концепции улучшения наследственных свойств посадочного материала*. В связи с этим интересен пример Хвойненского района Новгородской области, на 66 % покрытого лесом. За истекший период 2018 года там проведены лесовосстановительные работы на площади 437,4 га, в том числе посев на площади 173,5 га и посадка леса – 263,9 га, проведена подготовка почвы под лесные культуры на 231,9 га. Значительный вклад в организацию использования лесов, их охрану, защиту, воспроизводство вносят работники ГОКУ «Хвойнинское лесничество». Лесовосстановлением свободных от аренды лесных участков занимается НОАУ «Хвойнинский лесхоз», производящий операции лесопосадки с обязательными в течение 20 лет уходами в культурах, обработки земли, предупреждение и лечение болезней и другие важные работы по уходу за лесом. Активное участие в лесовосстановительных работах принимают арендаторы участков лесного фонда и лесопользователи: ООО «Норд», ООО «Финэкс», ООО «Леспром» и ООО «Хвойная-лес» имеют собственные *лесопитомники*, в которых выращивают посадочный материал как для собственных нужд, так и для реализации [17].

В-третьих, *отладка механизма административного взаимодействия между арендаторами лесного фонда и надзорными органами Федерального агентства лесного хозяйства* в части соблюдения принципов неистощительного лесопользования

(объем круглых лесоматериалов составляет менее 50 % общего объема реализуемой арендатором продукции в течение двух лет подряд, осуществляется обязательное лесовосстановление), регламентированных федеральным законом «О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования воспроизводства лесов и лесоразведения» (№ 212-ФЗ от 19 июля 2018 года, вступит в силу с 1 января 2019 года) [16]; внедрение практики создания центров лесовосстановления на территории крупных лесозаготовителей. Результаты инвестиций в лесохозяйственные исследования могут быть реализованы только в том случае, если арендаторы будут иметь доступ к широкому спектру высококачественных производителей семян [26], адаптированных к способу и месту создания лесных культур, а также обеспечивать своевременный уход за лесным и культурами. Исторически известно, что «из-за недостатка техники по созданию лесных культур и уходу за ними в условиях захламленных, переувлажненных вырубок, суровости климатических условий, отсутствия систематических уходов даже в условиях европейского Севера гибнет более половины создаваемых культур» [5, 9].

Подготовка семенного материала в лесном хозяйстве является важнейшим этапом получения качественных показателей лесовосстановления [2, 29, 30].

Производство лесных семян включает множество технологических процессов, обеспечивающих впоследствии выход конечного продукта для посева и (или) хранения.

Работа продолжает исследования [11] с учетом современного уровня развития техники и технологий и планирует будущие для реализации комплексного подхода «подготовка семян – посев / хранение».

Цель исследования – проанализировать существующие тенденции развития механизированных операционных технологий сепарации лесосеменного сырья в отрасли и выработать подходы к разработке и реализации комплекса мер, направленных на получение качественного посевного материала с улучшенными наследственными свойствами при искусственном лесовосстановлении.

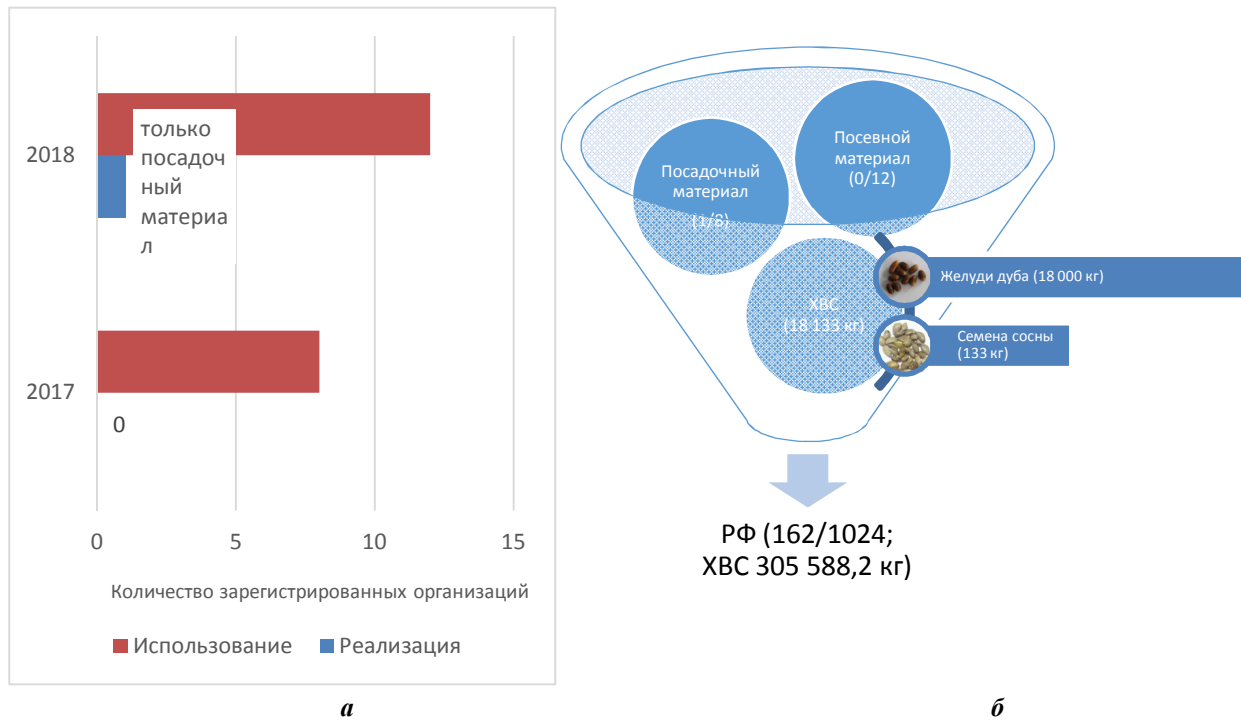


Рис. 1. Потенциал реализации (числитель) и использования (знаменатель) посевного и посадочного материала основных лесобразующих пород в Воронежской области (по данным ФБУ «Рослесозащита»):
 а – динамика; б – численность организаций и хозяйственно возможный сбор (ХВС) в 2018 году

В качестве методов исследования использовали структурно-функциональное моделирование и SWOT-анализ [37].

Результаты

Предпосылками пристального изучения процессов сепарации семян, особенно в отношении разделения по морфологическим признакам (величине, форме, окраске, характеру поверхности), служат как спрос на более высокое качество продукта [14], так и переход к применению специализированного оборудования в лесном хозяйстве [3, 4]. Технические средства сепарации, применяемые до настоящего времени, позволяли элиминировать примеси и разделять семена по размерам и плотности, оказывая на них в разной степени механическое воздействие [11, 13, 18, 19, 20, 21, 22].

Рассмотрим основные этапы развития процессов сепарации лесных семян до 2010 года, приняв в качестве критерия вид используемого технического средства (рис. 2). Отметим, что наступление этапов безрешетной сепарации и создание устройств, использующих в качестве рабочего органа сочетания пар вращающихся в противоположные стороны цилиндрических валов по патенту РФ 2170147 (ВУ) или валов с насаженными

дисками по патенту РФ 2179079, равно как и проточенными канавками по патенту РФ 2396130 (ДУ), явилось следствием анализа работы используемых в лесном хозяйстве устройств, рабочие органы которых представляют собой плоские (ПУ) или цилиндрические (ЦУ) решета. Поэтому схема является условной в части строгого соответствия эволюционному процессу. Пустой прямоугольник в нижней части схемы, очерченный штриховой линией, указывает на создание перспективного устройства, штриховые линии (стрелки) – условный революционный путь, сплошные линии (стрелки) – условный эволюционный путь для его осуществления. За начало отсчета (нулевой этап) принимали классические процессы сепарации с использованием решетчатых устройств, исследованные В.П. Горячкиным, П.М. Василенко, С.А. Васильевым, М.Н. Летошневым, Н.Г. Гладковым, В.С. Быковым, П.М. Заика, В.И. Орбинским, Л.Т. Свиридовым, Н.И. Стрикуновым, А.П. Тарасенко и другими учеными [27, 48].

Эволюционный путь предполагал несколько вариантов, одним из которых может быть создание новой конструкции сепаратора дискового типа, сочетающей в себе достоинства ВУ и ДУ [19]. В качестве рабочего

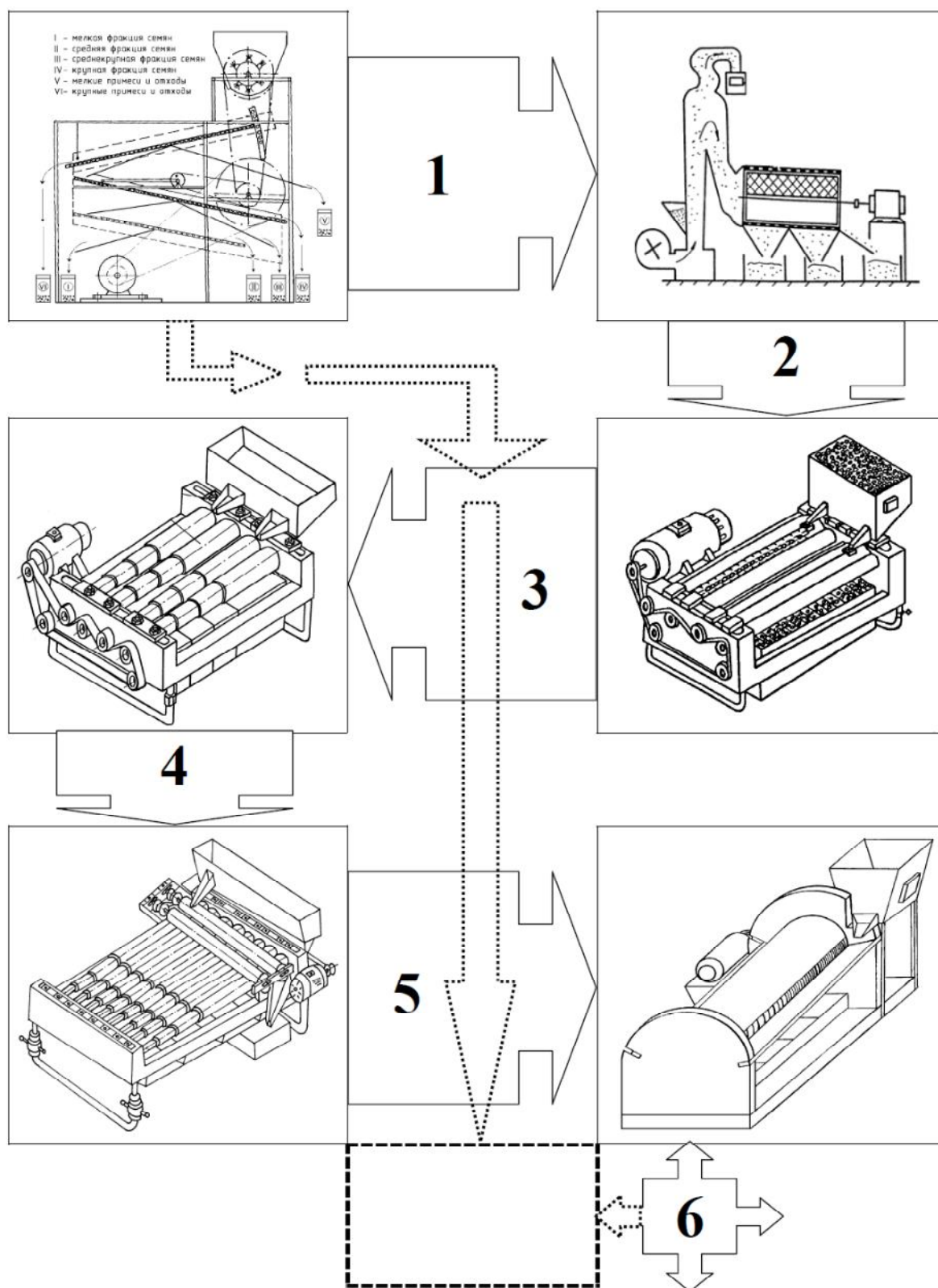


Рис. 2. Тренды процессов сепарации лесных семян по видам технических средств до 2010 года (© авторы изобретений): создание ЦУ (1), ВУ (2), ступенчатого ВУ (3), комбинированного ВУ (4), ДУ (5), перспективного устройства (6)

органа использована пара цилиндрических валов, в одном из которых выполнены кольцевые канавки (Свиридов и др., 2010). Заслуживал внимания и дальнейшего изучения вариант конструкции с сочетанием вертикального пневмопотока с ВУ.

Революционный путь (см. рис. 2) предполагал создание принципиально нового устройства с учетом возможных технологических переворотов [11].

Покажем степень возможного применения существующих технологий. Для этого составим SWOT-матрицы относительно решетной (рис. 3, а), безрешетной (рис. 3, б) и оптической (рис. 3, в) технологий. Распишем основные критерии в матрице: Сильные стороны (Strengths) – свойства технологии, дающие преимущества перед сравниваемыми; Слабые стороны (Weaknesses) – свойства технологии, ослабляющие её относительно сравниваемых; Возможности (Opportunities) – внешние вероятные факторы, дающие дополнительные возможности применения технологии; Угрозы (Threats) – внешние вероятные факторы, затрудняющие использование технологии.

Неуклонно возрастает использование неразрушающего контроля качества (*Nondestructive Quality Evaluation*) семенной продукции. В частности, в сельском хозяйстве особое внимание уделялось и уделяется эффективности, практической значимости и экономической целесообразности различных методов контроля семян: визуального осмотра, взвешивания, гравитационной сепарации, воздушной классификации, электронной сортировки и оценки химического состава [35, 41].

Перспективные в начале 2000 годов технические средства (см. рис. 2) [22] для обработки лесных семян хвойных пород, равно как и их исторические предшественники [21] не в полной мере отвечают современным тенденциям в лесном семеноводстве о качественной и неразрушающей классификации.

Наиболее вероятным показателем лесных семян, характеризующим наследственные свойства и способным к измерению современными техническими средствами, является жизнеспособность [12]. Для определения жизнеспособности лесных семян неразрушающей технологией подготовки семян является сепарация по оптическим свойствам кожуры (цвету семян). Цвет является довольно устойчивым генетически и наиболее простым в измерении биофизическими мето-

дами феномаркером для контроля качества семян. Оптическая технология сепарации семян, согласно обширным исследованиям [25, 28, 31, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 40, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49], способна определять происхождение и жизнеспособность репродуктивного материала. При необходимости нетрудно реализовать и классификацию семян по количественному признаку, и элиминирование примесей. По сравнению с другими технологиями (ЯМР, термоскопия и др.) характеризуется относительно невысокими затратами и возможностью реализовать оптические схемы в малом объеме устройств. Разработка экспресс-анализатора лесных семян, работающего на основании спектрометрических критериев в широком диапазоне длин волн от видимого до ближнепольного инфракрасного, решит проблему качества лишь частично, поскольку необходимо не только определить качественные показатели самих семян, но и обеспечить их качественное развитие на ювенильной стадии онтогенеза. Следовательно, необходимо вести проектирование и планирование [1] целой линейки мобильных устройств для обработки, капсулирования и высева полноценных и жизнеспособных семян в дизайн-центре [15], учитывающем современные тенденции развития лесохозяйственной техники [11, 13], строящегося на принципах энергосбережения [10] и экологической безопасности.

Основным внешним вероятным фактором, затрудняющим использование решетной и безрешетной технологий (см. рис. 3) в дальнейшем, является технологический переворот. Современный уровень развития оптической технологии, основанной на спектрометрических показателях семян, и возможность создания малоэнергоёмких технических средств, базирующихся на применении современных оптических комплектующих (многомодовых источников излучения, брэгговских решеток и др.), позволит прогнозировать в будущем постепенную замену технологий.

Более того, следование мировым принципам неразрушающего контроля качества при подготовке семян к посеву (или хранению) оставляет незначительный шанс использованию решетной технологии, поскольку дифференцирующее по размерным признакам воздействие кромок отверстий решет на оболочку семян сопряжено само по себе имеет инвазивную природу.



Рис. 3. SWOT-матрицы механизированных технологий сепарации семян:
а – решетной, б – безрешетной, в – оптической

Отметим, тем не менее, что в силу простоты конструкций и отсутствия сложного программного обеспечения практически все ведущие фирмы в области производства высококачественного репродуктивного материала используют при подготовке семян решетчатые устройства (BCC, Nomeko, Швеция; Vojvodinašume, Сербия; MOSA Green, Италия; и др.)

Обсуждение. Применение того или иного способа механизированной сепарации семян в структуре затрат на искусственное лесовосстановление, по нашему мнению, должно складываться исходя из следующих критериев:

1) вида древесной породы (физиологических и физических особенностей семян);

2) назначения полученного семенного материала: для хранения, для наземного посева (в питомнике или в открытый грунт), или аэросева, в зависимости от способа и вида используемых технических средств;

3) экономической эффективности применения конкретного способа сепарации в определенных условиях;

4) условий лесохозяйственного регламента;

5) возможностей (наличия кадрового резерва, технических средств и пр.) и временного диапазона применения способа сепарации;

6) наибольшей вероятности получения положительного результата.

К первому критерию. Большие или меньшие затраты на использование того или иного способа сепарации семян определяются:

– при высевании лесных пород, имеющих на ювенильном этапе стержневое анатомическое строение корневой системы;

– при высевании быстрорастущих пород между медленно растущими.

Ко второму критерию. Назначение лесных семян предопределяет использование различных технологий сепарации. Например, при закладке семян на хранение нецелесообразно использовать способы, оказывающие механическое, разрушающее воздействие на семена. Наоборот, для некоторых видов семян древесных растений перед посевом необходима скарификация.

К третьему критерию. Большие или меньшие затраты на использование того или иного способа сепарации семян определяются:

– стоимостью семян: там, где затраты на сбор семян выше, посадка леса на значительных площадях целесообразнее; там, где себестоимость сбора семян ниже, посев имеет преимущество; следовательно, применим способ сепарации семян для посева в открытый или закрытый грунты.

– интервалом времени на проведение операций сепарации семян: там, где необходима централизованная транспортировка в специализированные центры подготовки семян, затраты выше, и наоборот, при установлении надежного протокола экспресс-анализа, например, биофизическими методами, затраты возможно снизить за счет проведения обработки семян на местах.

– стоимостью обработки почвы: в случае, если семена необходимо высевать в необработанную почву, затраты на их подготовку возрастают за счет введения дополнительных операций капсулирования, и наоборот.

– стоимостью последующих лесоводственных уходов.

При этом экономическая эффективность в целом определяется издержками на лесовосстановление полноценного древостоя, то есть при отсутствии должных результатов от создания лесных насаждений, в котором использовались самые дешевые способы сепарации семян, эффективность может стремиться к нулю из-за напрасно проведенных мероприятий.

К четвертому критерию. Большие или меньшие затраты на использование того или иного способа сепарации семян определяются указанными в лесохозяйственном регламенте технологическими схемами создания лесных культур. Если преобладающим способом производства культур является посадка, то семена главных пород необходимо подготавливать в соответствии с правилами выращивания сеянцев в питомнике, в случае прямого посева на площадях для лесовосстановления затраты на подготовку семян возрастают.

К пятому критерию. Большие или меньшие затраты на использование того или иного способа сепарации семян определяются:

– наличием лесосеменных центров в регионе заготовки лесных семян с соответствующим оборудованием и персоналом высшей квалификации;

– при отсутствии специализированных центров подготовки семян наличием портативного специализи-

рованного оборудования у организаций, осуществляющих использование лесов в соответствии с Лесным Кодексом РФ, для экспресс-анализа семян неразрушающими методами.

К шестому критерию. Не рассматривая применение посадки, а только посева, вероятность положительного результата, а равно и выбор наиболее рационального способа сепарации семян, зависит от многовекового накопленного опыта лесоразведения применительно большей частью к характеристике и местоположению участка:

- сложного рельефа, представленного почвами с каменистыми включениями;
- под пологом леса;
- менее подверженного хищничеству;
- не переувлажненного или не затопленного водой.

Заключение

Анализ операционных механизированных технологий сепарации семян при искусственном лесовосстановлении позволил установить:

1. Целесообразно провести экспертное исследование для установления согласованности мнений ученых в применении решетной и безрешетной технологии для сепарации лесных семян.
2. С учетом современного уровня развития ког-

нитивной технологии распознавания параметров объектов необходимо разработать комплекс устройств для экспресс-анализа и сепарации семян по спектрометрическим показателям. В настоящее время данное направление интенсивно разрабатывается авторами совместно с российскими и зарубежными коллегами. Поданы три заявки на патент (2018104941, 2018117824, 2018125076). Предварительный анализ конструкций показывает, что себестоимость лабораторного образца может составить не более 25-35 тыс. р. (без учета стоимости программного обеспечения – до 150 тыс.), мелкосерийного – не более 15 тыс. р.

3. Необходимо провести исследование априорных моделей данных устройств с учетом основных принципов: адекватности, абстрагирования, соответствия решаемой задаче, требуемой точности результатов, баланса, многовариантности и блочности.

Благодарности

Работа выполнена при поддержке научного гранта ВГЛТУ им. Г.Ф. Морозова.

Отдельную благодарность авторы выражают кафедре механизации лесного хозяйства и проектирования машин ВГЛТУ за предоставленную возможность проводить исследования в лабораториях кафедры и ценные замечания в методических аспектах.

Библиографический список

1. Планирование реализации специальных проектов [Текст] / Т. П. Беляева, К. В. Зольников, В. А. Смерек, М. В. Конарев // Радиационная стойкость электронных систем «Стойкость-2011». М. : МИФИ, 2011. С. 239-241.
2. Бартенев, И. М. Совершенствование технологий и средств механизации лесовосстановления [Текст] / И. М. Бартенев, М. В. Драпалюк, В. И. Казаков ; под ред. И. М. Бартенева. – М. : ФЛИНТА : Наука, 2013. – 208 с.
3. Драпалюк, М. В. Перспективные технологии выращивания посадочного материала в лесных питомниках [Текст] / М. В. Драпалюк. – Воронеж, 2006. – 247 с.
4. Драпалюк, М. В. К вопросу публикационной активности в области нанотехнологий [Текст] / М. В. Драпалюк, А. И. Новиков, Т. П. Новикова // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. – 2014. – № 1. – С. 295-298.
5. Естественное лесовосстановление на вырубках Тюменского севера [Текст] / С. В. Залесов, Е. П. Платонов, К. И. Лопатин, Г. А. Годовалов // Леса Урала и хозяйство в них. – 1995. – № 18. – С. 281-287.
6. Информация о лицах, осуществляющих реализацию и использование посадочного материала лесных растений – 2018 [Электронный ресурс] // ФБУ «Рослесозащита». – URL: http://www.rcfh.ru/userfiles/files/realiz_semyan.pdf (дата обращения: 30.09.2018).
7. Информация о лицах, осуществляющих реализацию и использование семян лесных растений – 2018 [Электронный ресурс] // ФБУ «Рослесозащита». – URL: <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/realiz.pdf>.
8. Информация о лицах, реализующих и использующих посевной материал – 2017 [Электронный ресурс] // ФБУ «Рослесозащита». – URL: <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/Реализующие и использующие семена.xls>.
9. Ларин, В. Б. Лесовозобновление в Коми АССР [Текст] / В. Б. Ларин, Ю. А. Паутов // Лесное хозяйство. –

1980. – № 4. – С. 38-39.

10. К вопросу развития системы энергообразования двигателей внутреннего сгорания [Текст] / А. И. Новиков, С. В. Дорохин, Т. П. Новикова, А. Г. Каширских // Альтернативные источники энергии на автомобильном транспорте: проблемы и перспективы рационального использования. – Воронеж, 2014. – С. 272-274.

11. Новиков, А. И. Некоторые технологические особенности сортировальных устройств и тенденции их развития [Текст] // Лес и молодежь ВГЛТА - 2000 г. : матер. юбилейной науч. конференции молодых ученых, посвященной 70-летию образования Воронежской государственной лесотехнической академии : в 2 т. – Воронеж, 2000. – Т. 2. – С. 53-60.

12. Новиков, А. И. О выборе эффективного показателя качества лесных семян при экспресс-анализе [Текст] / А. И. Новиков // Экологические и биологические основы повышения продуктивности и устойчивости природных и искусственно возобновленных лесных экосистем : матер. науч.-практ. конференции, посвященной 100-летию высшего лесного образования в г. Воронеж и ЦЧР России. – Воронеж, 2018. – С. 135-143.

13. Новиков, А. И. О новых способах сортирования лесных семян хвойных пород [Текст] / А. И. Новиков // Леса Евразии в третьем тысячелетии. – Т. 2. М., 2001. – С. 90-91.

14. Новиков, А. И. Роль качества лесосеменного материала в процессе повышения эффективности лесовосстановления [Текст] / А. И. Новиков // Актуальные направления научных исследований XXI века: теория и практика. – 2015. – Т. 3. – № 2-2 (13-2). – С. 61-63.

15. Новикова, Т. П. Система управления проектами дизайн-центра микроэлектроники [Текст] / Т. П. Новикова. – Воронеж, 2014. – 135 с.

16. О внесении изменений в Лесной кодекс Российской Федерации и отдельные законодательные акты Российской Федерации в части совершенствования воспроизводства лесов и лесоразведения [Электронный ресурс] // Правительство РФ. – URL: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201807190059.pdf> (дата обращения: 30.09.2018).

17. Охрана леса – наша общая задача [Электронный ресурс]. – URL: <http://www.khvoynaya.ru/okhrana-lesa-nasha-obshchaya-zadacha.html> (дата обращения: 30.09.2018).

18. Патент 2170147 РФ, МКИ7 В 07 В 1/16, 1/46. Устройство для очистки и калибрования лесных семян хвойных пород / Л. Т. Свиридов, А. Д. Голев, А. В. Князев, А. И. Новиков ; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – № 2000100069/03; Заявлено 05.01.2000; Опубл. 10.07.2001, Бюл. № 19.

19. Патент 2179079 РФ, МКИ7 В 07 В 1/16. Устройство для очистки и сортирования лесных семян хвойных пород / Л. Т. Свиридов, А. Д. Голев, А. И. Новиков, А. В. Филатов ; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – № 2000107585/03; Заявлено 28.03.2000; Опубл. 10.02.2002, Бюл. № 4.

20. Патент 2396130 РФ, МПК7 В 07 В 1/16. Устройство для очистки и сортирования лесных семян хвойных пород / Л. Т. Свиридов, А. И. Новиков и др. ; Воронеж. гос. лесотехн. акад. – № 2009115042/03; Заявлено 20.04.2009; Опубл. 10.08.2010 Бюл. № 22.

21. Свиридов, Л. Т. Исторический аспект проблемы сортирования лесных семян [Текст] / Л. Т. Свиридов, А. И. Новиков // Лес в жизни восточных славян: от Киевской Руси до наших дней. – Гомель : ИЛ НАН Б, 2003. – С. 186-190.

22. Свиридов, Л. Т. Перспективные технические средства для обработки семян хвойных пород [Текст] / Л. Т. Свиридов, А. И. Новиков, Н. Д. Гомзяков // Лесное хозяйство. – 2007. – Т. 2. – С. 44-46.

23. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года [Электронный ресурс]. – URL: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdlxID77KCTL.pdf> (дата обращения: 30.09.2018).

24. Хозяйственно-возможный сбор семян основных лесообразующих пород в осенне-зимний период 2018-2019 гг. [Электронный ресурс]. – URL: http://www.rcfh.ru/14_05_2015_c165d.html (дата обращения: 30.09.2018).

25. Comparative nondestructive measurement of corn seed viability using Fourier transform near-infrared (FT-NIR) and Raman spectroscopy [Text] / A. Ambrose [et al.] // Sensors and Actuators B: Chemical. – 2016. – Vol. 224. – P. 500-506.

26. Bishaw, Z. Quality Seed Production [Text] / Z. Bishaw, A. A. Niane, Y. Gan. – Springer Netherlands, Dordrecht, 2007. – P. 349-383.

27. Copeland, L. O. Principles of Seed Science and Technology [Text] / L. O. Copeland, M. B. McDonald. – Springer

US, Boston, 1999. – 409 p.

28. An inexpensive NIR LED Webcam photometer for detection of adulterations in hydrated ethyl alcohol fuel [Text] / H. V. Dantas [et al.] // *Microchem. J.* – 2017. – Vol. 135. – P. 148-152.

29. Guideline to Collecting Cones of B.C. Conifers (interim) [Text] / R. C. Dobbs [et al.]. – Pacific Forest Research Centre, Victoria, Canada, 1974. – 96 p.

30. Edwards, D. G. W. Collection, processing, testing, and storage of true fir seeds – a review [Text] / D. G. W. Edwards // *Proceedings of the biology and management of true fir in the Pacific Northwest Symposium*, USDA Forest Service, Washington, USA, 1982. – P. 113-137.

31. Fardusi, M. J. Concept to practices of geospatial information tools to assist forest management & planning under precision forestry framework [Text] : a review / M. J. Fardusi, F. Chianucci, A. Barbati // *Ann. Silv. Res.* – 2017. – Vol. 41. – No. 1. – P. 3-14.

32. Application of near infrared spectroscopy for authentication of *Picea abies* seed provenance [Text] / M. Farhadi [et al.] // *New For.* – 2017. – Vol. 48. – No. 5. – P. 629-642.

33. Feasibility of visible plus near infrared spectroscopy for non-destructive verification of European x Japanese larch hybrid seeds [Text] / M. Farhadi [et al.] // *New For.* – 2016. – Vol. 47. – No. 2. – P. 271-285.

34. Characterization of Castor (*Ricinus communis* L.) seed quality using Fourier transform near-infrared spectroscopy in combination with multivariate data analysis [Text] / Gislum R. [et al.] // *Agriculture-Basel.* – 2018. – Vol. 8. – No. 4. – P. 10.

35. Kawano, S. New application of nondestructive methods for quality evaluation of fruits and vegetables in Japan [Text] / S. Kawano // *J. Japanese Soc. Hortic. Sci.* – 1998. – Vol. 67. – No. 6. – P. 1176-1179.

36. Non-destructive technique for determining the viability of soybean (*Glycine max*) seeds using FT-NIR spectroscopy [Text] / D. Kusumaningrum [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 2018. – Vol. 98. – No. 5. – P. 1734-1742.

37. Analyzing strategies to enhance small and low intensity managed forests certification in Europe using SWOT-ANP [Text] / G. Di Lallo [et al.] // *Small-scale For.* – 2016. – Vol. 15. – No. 3. – P. 393-411.

38. Large-Scale screening of intact tomato seeds for viability using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS) [Text] / H.S. Lee [et al.] // *Sustainability.* – 2017. – Vol. 9. – No. 4. – P. 8.

39. Discriminant analysis of Mediterranean pine nuts (*Pinus pinea* L.) from Chilean plantations by near infrared spectroscopy (NIRS) [Text] / V. Loewe [et al.] // *Food Control.* – 2017. – Vol. 73. – P. 634-643.

40. Fast classification of hazelnut cultivars through portable infrared spectroscopy and chemometrics [Text] / M. Manfredi [et al.] // *Spectrochim. Acta Part A-Molecular Biomol. Spectrosc.* – 2018. – Vol. 189. – P. 427-435.

41. Non-destructive quality evaluation of pepper (*Capsicum annuum* L.) seeds using LED-induced hyperspectral reflectance imaging [Text] / C. Mo [et al.] // *Sensors (Basel).* – 2014. – Vol. 14. – No. 4. – P. 7489-7504.

42. Phuangsombut, K. Nondestructive classification of mung bean seeds by single kernel near-infrared spectroscopy [Text] / K. Phuangsombut, N. Suttiwijitpukdee, A. Terdwongworakul // *J. Innov. Opt. Health Sci.* – 2017. – Vol. 10. – No. 3. – P. 9.

43. Characterization and prediction of carbohydrate content in zucchini fruit using near infrared spectroscopy [Text] / T. Pomares-Viciano [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 2018. – Vol. 98. – No. 5. – P. 1703-1711.

44. Single-Kernel FT-NIR spectroscopy for detecting supersweet corn (*Zea mays* L. *Saccharata* Sturt) seed viability with multivariate data analysis [Text] / G.J. Qiu [et al.] // *Sensors.* – 2018. – Vol. 18. – No. 4. – P. 16.

45. Rahman, A. Assessment of seed quality using non-destructive measurement techniques [Text] : a review / A. Rahman, B.K. Cho // *Seed Sci. Res.* – 2016. – Vol. 26. – No. 4. – P. 285-305.

46. Shrestha, S. Separation of viable and non-viable tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seeds using single seed near-infrared spectroscopy [Text] / S. Shrestha, L. C. Deleuran, R. Gislum // *Comput. Electron. Agric.* – 2017. – Vol. 142. – P. 348-355.

47. Classification of individual cotton seeds with respect to variety using near-infrared hyperspectral imaging [Text] / S. F. C. Soares [et al.] // *Anal. Methods.* – 2016. – Vol. 8. – No. 48. – P. 8498-8505.

48. Srivastava, J. P. Seed Production Technology [Text] / J. P. Srivastava, L.T. Simarski. – 1986. – 296 p.

49. Application of visible/near-infrared reflectance spectroscopy for predicting internal and external quality in pepper [Text] / E. M. Toledo-Martin [et al.] // *J. Sci. Food Agric.* – 2016. – Vol. 96. – No. 9. – P. 3114-3125.

References

1. Belyaeva T. P., Zolnikov K. V., Smerek V. A., Konarev M. V. *Planirovanie realizatsii spetsial'nykh proektov* [Planning of implementation of special projects]. *Radiatsionnaya stoykost' elektronnykh sistem «Stoykost'-2011»* [Radiation resistance of electronic systems "Resistance-2011"]. Moscow, 2011, pp. 239–241. (In Russian).
2. Bartenev I. M., Drapalyuk M. V., Kazakov V. I. *Sovershenstvovanie tekhnologiy i sredstv mekhanizatsii lesovosstanovleniya* [Improvement of technologies and means of mechanization of reforestation]. Moscow, 2013. 208 p. (In Russian).
3. Drapalyuk M. V. *Perspektivnye tekhnologii vyrashchivaniya posadochnogo materiala v lesnykh pitomnikakh* [Perspective technologies of cultivation of planting material in forest nurseries]. Voronezh, 2006. 247 p. (In Russian).
4. Drapalyuk M. V., Novikov A. I., Novikova T. P. *K voprosu publikatsionnoy aktivnosti v oblasti nanotekhnologiy* [The issue of publication activity in the field of nanotechnologies]. *Al'ternativnye istochniki energii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Alternative energy sources for automotive transport: problems and prospects of rational use], 2014, no. 1, pp. 295–298. (In Russian).
5. Zalesov S. V., Platonov E. P., Lopatin K. I., Godovalov G. A. *Estestvennoe lesovosstanovlenie na vyrubkakh Tyumenskogo severa* [Natural reforestation on the felling of the Tyumen North]. *Lesy Urala i khozyajstvo v nikh* [Forests of the Urals and economy in them], 1995, no. 18, pp. 281–287 (In Russian).
6. *Informatsiya o litsakh, osushhestvlyayushhikh realizatsiyu i ispol'zovanie posadochnogo materiala lesnykh rastenij – 2018* [Information on persons engaged in the implementation and use of planting material of forest plants – 2018]. Available at: http://www.rcfh.ru/userfiles/files/realiz_semyan.pdf (Accessed 30 September 2018) (In Russian).
7. *Informatsiya o litsakh, osushhestvlyayushhikh realizatsiyu i ispol'zovanie semyan lesnykh rastenij – 2018* [Information on persons engaged in the implementation and use of forest plant seeds – 2018]. Available at: <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/realiz.pdf> (Accessed 30 September 2018) (In Russian).
8. *Informatsiya o litsakh, realizuyushhikh i ispol'zuyushhikh posevnoj material – 2017* [Information on individuals who are implementing and using seed – 2017]. Available at: <http://www.rcfh.ru/userfiles/files/Реализующие и использующие семена.xls> (Accessed 30 September 2018) (In Russian).
9. Larin V. B., Pautov Yu. A. *Lesovozobnovlenie v Komi ASSR* [Reforestation in the Komi Republic]. *Lesnoe khozyajstvo* [Forestry], 1980, no. 4, pp. 38–39 (In Russian).
10. Novikov A. I., Dorokhin S. V., Novikova T. P., Kashirskikh A. G. *K voprosu razvitiya sistemy ehnergoobrazovaniya dvigatelej vnutrennego sgoraniya* [To the question of the development of the internal combustion engines]. *Al'ternativnye istochniki ehnergii na avtomobil'nom transporte: problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Alternative sources of energy in road transport: problems and prospects of rational use]. Voronezh, 2014, pp. 272–274 (In Russian).
11. Novikov A. I. *Nekotorye tekhnologicheskie osobennosti sortiroval'nykh ustroystv i tendentsii ikh razvitiya* (Some technological features of the sorting devices and development trends). *Les i molodezh' VGLTA - 2000 : materialy yubileynoy nauchnoy konfe-rentsii molodykh uchenykh, posvyashchen. 70-letiyu obrazovaniya Voronezhskoy gosudarstvennoy lesotekhnicheskoy akademii* (Forest and youth VSAFE - 2000: proceedings of the anniversary scientific conference of young scientists dedicated to 70-th anniversary of VSAFE). Voronezh, 2000, pp. 53–60. (In Russian).
12. Novikov A. I. *O vybere ehffektivnogo pokazatelya kachestva lesnykh semyan pri ekspress-analize* [On the choice of an effective indicator of the quality of forest seeds in the rapid analysis] // *Ekologicheskie i biologicheskie osnovy povysheniya produktivnosti i ustojchivosti prirodnykh i iskusstvenno vozobnovlennykh lesnykh ehkosistem: materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii, posvyashchennoj 100-letiyu vysshego lesnogo obrazovaniya* [Ecological and biological bases of increasing the productivity and sustainability of natural and artificially renewed forest ecosystems]. Voronezh, 2018, pp. 135–143 (In Russian).
13. Novikov A. I. *O novykh sposobakh sortirovaniya lesnykh semyan khvojnykh porod* [On new ways of sorting forest seeds of coniferous species]. *Lesy Evrazii v tret'em tysyacheletii* [Forests of Eurasia in the third Millennium]. Moscow, 2001, Vol. 2, pp. 90–91 (In Russian).
14. Novikov A. I. *Rol' kachestva lesosemennogo materiala v protsesse povysheniya ehffektivnosti leso-vosstanovleniya* (The role of quality seed material in the process of improving the effectiveness of reforestation) / *Aktual'nye napravleniya nauchnykh issledovaniy XXI veka: teoriya i praktika* (Recent research trends of the XXI century: the theory and practice), 2015, vol. 3, no. 2-2 (13-2), pp. 61–63. (In Russian).

15. Novikova T. P. *Sistema upravleniya proektami dizayn-tsentra mikroelektroniki* (Microelectronics design center project management system). Voronezh, Russian Federation: VSUFT Publ., 2014. 135 p. (In Russian).
16. *O vnesenii izmenenij v Lesnoj kodeks Rossijskoj Federatsii i otdel'nye zakonodatel'nye akty Rossijskoj Federatsii v chasti sovershenstvovaniya vosproizvodstva lesov i lesorazvedeniya* [About modification of the Forest code of the Russian Federation and separate legal acts of the Russian Federation regarding improvement of reproduction] Available at: <http://static.kremlin.ru/media/acts/files/0001201807190059.pdf> (Accessed 30 September 2018) (In Russian).
17. *Okhrana lesa – nasha obshhaya zadacha* [Forest protection is our common task]. Available at: <http://www.khvoinaya.ru/okhrana-lesa-nasha-obshhaya-zadacha.html> (Accessed 30 September 2018) (In Russian).
18. Sviridov L. T., Golev A. D., Knyazev A. V., Novikov A. I. *Ustrojstvo dlya ochistki i kalibrovanija lesnykh semyan khvojnykh porod* [Device for cleaning and calibration of coniferous forest seeds]. Patent RU, no. 2170147, 2001 (In Russian).
19. Sviridov L. T., Golev A. D., Novikov A. I. *Ustrojstvo dlya ochistki i sortirovaniya lesnykh semyan khvojnykh porod* [Device for cleaning and separation of forest seeds of coniferous species] Patent RU, no. 2179079, 2002 (In Russian).
20. Sviridov L. T., Novikov A. I. et al. *Ustrojstvo dlya ochistki i sortirovaniya lesnykh semyan khvojnykh porod* [Device for cleaning and separation of forest seeds of coniferous species] Patent RU, no. 2396130, 2010 (In Russian).
21. Sviridov L. T., Novikov A. I. *Istoricheskij aspekt problemy sortirovaniya lesnykh semyan* [Historical aspect of the problem of sorting forest seeds]. *Les v zhizni vostochnykh slavyan: ot Kievskoj Rusi do nashikh dnei* [Forest in the life of the Eastern Slavs: from Kievan Rus to the present day]. Gomel, 2003, pp. 186–190 (In Russian).
22. Sviridov L. T., Novikov A. I., Gomzyakov N. D. *Perspektivnye tekhnicheskie sredstva dlya obrabotki semyan khvojnykh porod* [A promising technical means for processing of seeds of conifers]. *Lesnoe khozyajstvo* [Forestry], 2007, no. 2, pp. 44–46 (In Russian).
23. *Strategiya razvitiya lesnogo kompleksa Rossijskoj Federatsii do 2030 goda* [Strategy of development of the forest complex of the Russian Federation till 2030]. Available at: <http://static.government.ru/media/files/cA4eYSe0MObgNpm5hSavTdlxID77KCTL.pdf> (Accessed 30 September 2018).
24. *Khozyajstvenno-vozmozhnyj sbor semyan osnovnykh lesoobrazuyuschikh porod v osenne-zimnij period 2018-2019 gg.* [Economic and possible collection of seeds of the main forest-forming species in the autumn-winter period 2018-2019]. Available at: http://www.rcfh.ru/14_05_2015_c165d.html (Accessed 30 September 2018) (In Russian).
25. Ambrose A. et al. Comparative nondestructive measurement of corn seed viability using Fourier transform near-infrared (FT-NIR) and Raman spectroscopy. *Sensors and Actuators B: Chemical*, 2016, Vol. 224, pp. 500–506. doi: 10.1016/j.snb.2015.10.082.
26. Bishaw Z., Niane A. A., Gan Y. *Quality Seed Production*. Springer Netherlands, Dordrecht, 2007, pp. 349–383.
27. Copeland L.O., McDonald M.B. *Principles of Seed Science and Technology*. Springer US, Boston, MA, 1999. 409 p.
28. Dantas H. V et al. An inexpensive NIR LED Webcam photometer for detection of adulterations in hydrated ethyl alcohol fuel // *Microchem. J.*, 2017, Vol. 135, pp. 148–152.
29. Dobbs R. C. et al. *Guideline to Collecting Cones of B.C. Conifers (interim)*. Pacific Forest Research Centre, Victoria, Canada, 1974, 96 p.
30. Edwards D. G. W. Collection, processing, testing, and storage of true fir seeds – a review. *Proceedings of the biology and management of true fir in the Pacific Northwest Symposium*, USDA Forest Service, Washington, USA, 1982, pp. 113-137.
31. Fardusi M. J., Chianucci F., Barbati A. Concept to practices of geospatial information tools to assist forest management & planning under precision forestry framework: a review. *Ann. Silv. Res.*, 2017, vol. 41, no. 1, pp. 3-14.
32. Farhadi M. et al. Application of near infrared spectroscopy for authentication of *Picea abies* seed provenance. *New For.*, 2017, Vol. 48, no. 5, pp. 629–642.
33. Farhadi M. et al. Feasibility of visible plus near infrared spectroscopy for non-destructive verification of European x Japanese larch hybrid seeds. *New For.*, 2016, vol. 47, no. 2, pp. 271–285.
34. Gislum R. et al. Characterization of Castor (*Ricinus communis* L.) seed quality using Fourier transform near-infrared spectroscopy in combination with multivariate data analysis. *Agriculture-Basel.*, 2018, vol. 8, no. 4, p. 10.
35. Kawano S. New application of nondestructive methods for quality evaluation of fruits and vegetables in Japan. *J. Japanese Soc. Hortic. Sci.*, 1998, vol. 67, no. 6, pp. 1176–1179.

36. Kusumaningrum D. et al. Non-destructive technique for determining the viability of soybean (*Glycine max*) seeds using FT-NIR spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, 2018, vol. 98, no. 5, pp. 1734–1742.
37. Di Lallo G. et al. Analyzing strategies to enhance small and low intensity managed forests certification in Europe using SWOT-ANP. *Small-scale For.*, 2016, vol. 15, no. 3, pp. 393–411.
38. Lee H. S. et al. Large-Scale screening of intact tomato seeds for viability using near infrared reflectance spectroscopy (NIRS). *Sustainability*, 2017, vol. 9, no. 4, p. 8.
39. Loewe V. et al. Discriminant analysis of Mediterranean pine nuts (*Pinus pinea* L.) from Chilean plantations by near infrared spectroscopy (NIRS). *Food Control*, 2017, vol. 73, pp. 634–643.
40. Manfredi M. et al. Fast classification of hazelnut cultivars through portable infrared spectroscopy and chemometrics // *Spectrochim. Acta Part A-Molecular Biomol. Spectrosc.*, 2018, Vol. 189, pp. 427–435.
41. Mo C. et al. Non-destructive quality evaluation of pepper (*Capsicum annum* L.) seeds using LED-induced hyperspectral reflectance imaging. *Sensors (Basel)*, 2014, vol. 14, no. 4, pp. 7489–7504.
42. Phuangsombut K., Suttiwijitpukdee N., Terdwongworakul A. Nondestructive classification of mung bean seeds by single kernel near-infrared spectroscopy. *J. Innov. Opt. Health Sci.*, 2017, vol. 10, no. 3, p. 9.
43. Pomares-Viciana T. et al. Characterization and prediction of carbohydrate content in zucchini fruit using near infrared spectroscopy. *J. Sci. Food Agric.*, 2018, vol. 98, no. 5, pp. 1703–1711.
44. Qiu G. J. et al. Single-Kernel FT-NIR spectroscopy for detecting supersweet corn (*Zea mays* L. *Saccharata* Sturt) seed viability with multivariate data analysis. *Sensors*, 2018, vol. 18, no. 4, p. 16.
45. Rahman A., Cho B. K. Assessment of seed quality using non-destructive measurement techniques: a review. *Seed Sci. Res.*, 2016, vol. 26, no. 4, pp. 285–305.
46. Shrestha S., Deleuran L. C., Gislum R. Separation of viable and non-viable tomato (*Solanum lycopersicum* L.) seeds using single seed near-infrared spectroscopy. *Comput. Electron. Agric.*, 2017, vol. 142, pp. 348–355.
47. Soares S. F. C. et al. Classification of individual cotton seeds with respect to variety using near-infrared hyperspectral imaging. *Anal. Methods.*, 2016, vol. 8, no. 48, pp. 8498–8505.
48. Srivastava J. P., Simarski L. T. *Seed Production Technology*. 1986. 296 с.
49. Toledo-Martin E. M. et al. Application of visible/near-infrared reflectance spectroscopy for predicting internal and external quality in pepper. *J. Sci. Food Agric.*, 2016, vol. 96, no. 9, pp. 3114–3125.

Сведения об авторах

Драпалюк Михаил Валентинович – профессор кафедры механизации лесного хозяйства и проектирования машин ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», доктор технических наук, профессор, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: md@vglta.vrn.ru.

Новиков Артур Игоревич – доцент кафедры автомобилей и сервиса ФГБОУ ВО «Воронежский государственный лесотехнический университет имени Г.Ф. Морозова», кандидат технических наук, доцент, г. Воронеж, Российская Федерация; e-mail: nvatdo@gmail.com.

Information about authors

Drapalyuk Mikhail Valentinovitch – Professor of Forestry Mechanization and Machine Design department, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», DSc (Engineering), Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: md@vglta.vrn.ru.

Novikov Arthur Igorevitch – Associate Professor of Car and Service Department, FSBEI HE «Voronezh State University of Forestry and Technologies named after G.F. Morozov», PhD (Engineering), Associate Professor, Voronezh, Russian Federation; e-mail: nvatdo@gmail.com.