

О.И. Гаврилова, д-р с. наук, проф. кафедры ТЛКиЛА;
Ю.В. Суханов, канд. техн. наук, доц. кафедры ТЛКиЛА
(ПетрГУ, г. Петрозаводск, Россия)

ПУТИ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ЭКСКАВАТОРА ДЛЯ СОЗДАНИЯ ДИСКРЕТНЫХ ПОСАДОЧНЫХ МЕСТ ПРИ ЗАКЛАДКЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР

В настоящее время в Российской Федерации необходимо повышать объемы использования посадочного материала с закрытой корневой системой (ЗКС), что обуславливается требованиями нормативных документов. Например, действующие Правила лесовосстановления предписывают в большинстве субъектов Российской Федерации с 1 марта 2025 года не менее 30% площадей искусственного и комбинированного лесовосстановления выполнять посадкой сеянцев с ЗКС, а в регионах, где внедряется интенсивная модель ведения лесного хозяйства доля сеянцев ЗКС должна быть 50%. Для большинства регионов России посадочный материал с закрытой корневой системой позволяет повысить приживаемость сеянцев хвойных за счет наличия влаги и питательных веществ в коме земли, что несколько расширяет сроки посадки, упрощает транспортировку и хранение и позволяет увеличить засухоустойчивость [1].

Если задача увеличения объема выращивания посадочного материала с ЗКС постепенно решается, строятся новые и модернизируются существующие тепличных комплексы и селекционно-семеноводческие центры [2], то задачи механизации и машинизации подготовки почвы и посадки сеянцев пока до конца не решены. В мире существуют специализированные машины для посадки сеянцев с ЗКС, например, скандинавские машины, агрегатируемые на стрелу экскаватора, которые сами готовят дискретные посадочные места и высаживают сеянцы. В России есть опыт использования подобных зарубежных решений [3], однако, в настоящий момент из-за не легитимных санкций подобные европейские машины не доступны к покупке и их эксплуатация крайне осложнена. Кроме того, несмотря на то, что подобные машины на 22% сокращают потребность в персонале [4], пока даже в Скандинавии доля машинизированной посадки не велика [1].

Наиболее широко для посадки сеянцев с ЗКС как у нас в стране, так и за рубежом, используется специализированный ручной инструмент – посадочная труба типа Pottiputki/Sisuputki. Подобные инструменты выпускают и отечественные предприятия [5]. Однако перед работой по посадке сеянцев с помощью посадочной трубы

необходимо подготовить почву.

Широко применяются для подготовки почвы дисковые покровосдиратели (бороны), которые производят обработку почвы в виде непрерывных полос с убранной лесной подстилкой и сдвинутыми порубочными остатками. В поперечном сечении формируются повышения и понижения, что позволяют сажальщику выбирать место посадки исходя из влажности почв. Например, финские дисковые покровосдиратели «Дельта» хорошо себя показали даже в условиях завалуненности и пересеченного рельефа местности Республики Карелия [6] и, хотя машины «Дельта» уже не производятся, успешно применяются в Карелии до сих пор. Широко известны скандинавские дисковые покровосдиратели с активными рабочими органами Браке Форест [7], однако в настоящее время они также не доступны в России из-за санкций. Выпуск аналогов современных зарубежных дисковых покровосдирателей с активными рабочими органами осваивают и отечественные предприятия [8]. Однако базовый трактор для агрегатирования подобных машин должен иметь не только соответствующий тяговый класс, но и достаточную проходимость для работы в лесу. И хотя имеются случаи применения в качестве базовой машины сельскохозяйственных тракторов, но в тяжелых условиях приходится применять специализированную лесную технику – форвардер или скиддер, что при нехватке запасных частей и проблем с сервисом специализированных лесных машин осложняет применение дисковых покровосдирателей.

Альтернативным вариантом подготовки почвы для посадки семян с закрытой корневой системой является применение экскаватора со специальным ковшом. В этом случае оператор экскаватора создает дискретные посадочные места. Так, в условиях Ленинградской области проводят работы по созданию микроповышений с помощью экскаватора по вырубкам во влажных типах условий [9]. Гусеничные экскаваторы доступны на территории России и после соответствующей подготовки их проходимость позволяет им уверенно перемещаться в сложных условиях вырубок. При этом предприятия для выполнения подобных работ могут привлекать технику, которая в другое время используется на строительстве лесных дорог. В условиях Карелии по подобной технологии подготавливает почву для создания лесных культур ООО «Олонецлес». Предприятие имеет успешный четырехлетний опыт применения экскаваторного способа подготовки почвы. Применение его, как правило, обусловлено сложным холмистым рельефом местности, что не позволяет в этом случае применять дисковые покровосдиратели (бороны). Такие

микроповышения можно рекомендовать для разных типов условий произрастания, поскольку способствует быстрому разложению лесной подстилки с выделением минеральных питательных веществ, предотвращает быстрое зарастание площадки сорными видами растений, а также подтопление корневых систем сеянцев (рисунок 1).

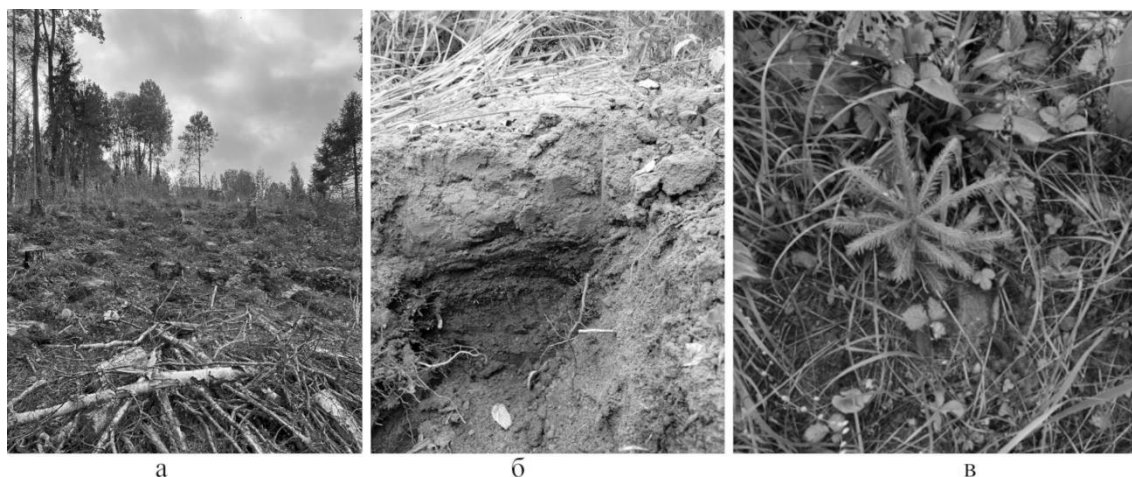


Рисунок 1 – Подготовка почвы экскаватором: а – почва вырубки; б – профиль места посадки; в – сеянец ели с ЗКС, высаженный по микроповышению

Однако при использовании данного способа подготовки почвы возникают несколько проблем. Так, согласно Правил лесовосстановления, при создании лесных культур посадкой хвойных сеянцев с ЗКС количество высаживаемых растений должно быть не менее 2,0 тыс. штук на 1 гектаре. Однако, оператору экскаватора сложно контролировать количество подготовленных посадочных мест на гектаре, особенно на сложном рельефе и на вырубках сложной геометрической формы, поэтому, оператор выполняет посадочные места «с запасом». Плотность созданных посадочных мест также не отличается равномерностью – где-то получается слишком редко, а где-то загущено.

Кроме того, если при подготовке почвы дисковым покровосдирателем оператор трактора движется в определенном направлении и обработанные полосы позволяют выдерживать расстояния междурядий, что обеспечивает равномерное размещение растений на лесокультурной площади, то при подготовке дискретных посадочных мест экскаватором этого трудно добиться. Все это приводит не только к снижению производительности труда оператора экскаватора, но и серьезно осложняет труд сажальщику.

При посадке после дискового покровостирателя, сажальщик, двигаясь по обработанной полосе должен контролировать только шаг посадки, при посадке в дискретные посадочные места, подготовленные экскаватором, сажальщик вынужден подбирать

подходящее место под посадку, исходя из имеющихся, пытаюсь выдерживать определенное расстояние в ряду и между рядами. При применении этого способа в условиях сложного рельефа не выдерживается рядовая посадка, что еще более усложняет подсчет необходимого числа растений на единице площади. Кроме того, неравномерность расстояния между рядами, при подготовке почвы экскаватором, может заметно усложнить уход за будущими культурами.

Повысить эффективность работы оператора экскаватора при подготовке дискретных посадочных мест для семян с ЗКС можно за счет разработки информационно-советующей системы, которая не будет требовать изменения конструкции гидравлической системы экскаватора, но в тоже время позволит оператору контролировать количество посадочных мест на гектаре, равномерность их расположения и поможет оператору выдерживать как расстояние будущих междурядий, так и шаг будущей посадки.

В настоящее время развитие компьютерной техники и информационных технологий позволяет реализовывать подобные решения на практике. Например, известна информационная система для экскаватора Leica MC1 3D, которая позволяет в реальном времени на экране оператору выводить информацию о проекте земляных работ и требуемых выемках и насыпях [10].

Подобные решения развиваются и другими компаниями. В лесном хозяйстве информационные системы также находят применение, например в Скандинавии при уходе за сетью мелиорационных канав в кабине экскаватора устанавливается планшет с информацией о расположении машины, с картой сети канав с пометкой какие участки необходимо очистить.

При реализации информационно-советующей системы подготовки дискретных посадочных мест для семян с ЗКС могут быть использованы на экскаваторе следующие блоки (рисунок 2):

- Модуль GNSS RTK для реализации высокоточной навигации для местности, позволяющий определять положение экскаватора на вырубке с точностью в несколько сантиметров;
- Модуль компас-магнитометр для учета направления, когда экскаватор без движения;
- Датчики угла поворота платформы, наклона стрелы и рукояти для расчета расстояния вылета ковша, а также датчик работы гидроцилиндра ковша для регистрации факта создания посадочного места;
- Однопалатный компьютер в кабине экскаватора для обработки данных и вывода информации на экран оператора.

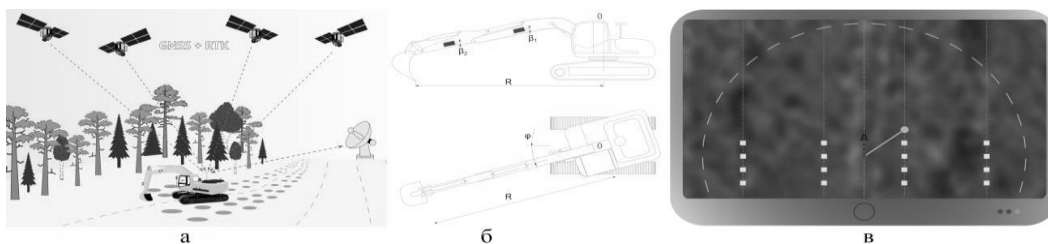


Рисунок 2 – Предлагаемая система на экскаваторе: а – схема работы; б – возможные места установки датчиков; в – пример информации на экране

Методика работы с системой может быть следующей. Предварительно, перед началом работы, в однопалатный компьютер загружается карта вырубки и рекомендуемая траектория движения экскаватора исходя из технических характеристик экскаватора и лесохозяйственных требований, а также рассчитывается количество требуемых посадочных мест с учетом расстояния между рядами и шага посадки.

Получая данные с модуля GNSS RTK однопалатный компьютер рассчитывает положение машины на вырубки и определяет отклонение положения экскаватора от рекомендованной траектории, выводя на экран данные об отклонении. При движении направление платформы определяется по данным модуля GNSS RTK, а при остановках возможна ориентация на показания компаса-магнитометра. Для расчета направления ходовой части используется датчик угла поворота платформы. При создании дискретного посадочного места оператор через рычаги управляет стрелой, рукоятью и ковшом. Показания датчиков наклона стрелы и рукояти анализируются компьютером, рассчитывается вылет и на экране отражается точка нахождения ковша экскаватора. На экране могут выводиться вспомогательные линии, параллельные траектории, задающие расстояние между рядами и помогающие оператору ориентироваться при создании посадочных мест. При появлении показаний от датчика работы гидроцилиндра ковша, координаты посадочного места фиксируются, записываются в память компьютера и отображаются на экране в виде точек. Система может рассчитывать шаг посадки в ряду от предыдущей точки и рекомендовать оператору рекомендуемую точку следующего посадочного места.

Подобная информационно-советующая система может быть смонтирована на экскаватор без необходимости изменения имеющейся гидравлической и электрической системы и будет подключаться только к питанию в сети экскаватора. При этом подобная система, выводя подсказки на экран системы в кабине, позволит упростить работу оператора – ему не придется выбирать положения посадочных мест «на глаз», что позволит увеличить производительность из-за того, что будет устранена необходимость производить посадочные

места с запасом, будет лучше соблюдаться расстояние между рядами и шаг в рядах.

ЛИТЕРАТУРА

1. Авдеева Е. В., Ровных Н. Л., Иванов Д. В., Сухенко Н. В., Кухар И. В., Калинин М. Д. Российский и мировой опыт выращивания посадочного материала с закрытой корневой системой // Хвойные бореальной зоны. №4. 2022. С. 250-258

2. Российские лесопитомники в 2024 г. планируют вырастить порядка 340 млн сеянцев с закрытой корневой системой // АО «РОСБИЗНЕСКОНСАЛТИНГ». Магазин исследований 19 декабря 2023. [Электронный ресурс]. URL: <https://marketing.rbc.ru/articles/14521/> (дата обращения: 10.01.2025)

3. Всеуму голова // Пресс-центр Группы компаний «УЛК». Корпоративные новости. 3 октября 2018. [Электронный ресурс]. URL: <http://ulkust.ru/news/corporate/2018-10-03> (дата обращения: 10.01.2025)

4. Kärhä, Kalle & Hynönen, Antti & Laine, Tiina & Strandström, Markus & Sipilä, Kyösti & Palander, Teijo. (2014). Koneellinen metsänistutus Suomessa vuonna 2013. TTS:n tiedote: Metsätyö, -energia ja yrittäjyys 5/2014 (776). 9 p.

5. Труба посадочная ЗКС // Завод «Леспромресурс». Каталог оборудования. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.plugi43.ru/gaj/goods/61/> (дата обращения: 10.01.2025)

6. Соколов А. И., Харитонов В. А., Кривенко Т. И. Новые механизмы для обработки почвы на вырубках в условиях Карелии // Известия ВУЗов. Лесной журнал. 2006. №3. С. 7-12

7. Bracke T26.b. Двухрядный дисковый рыхлитель. Браке Форест АБ. Швеция. 25 июня 2017. 2 с. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.brackeforest.com/downloads/Bracke-Disc-Trencher-T26-b-ru.pdf> (дата обращения: 10.01.2025)

8. Дисковые рыхлители ТТ-21/ТТ-26 // Общество с ограниченной ответственностью ПКФ Форвардер. [Электронный ресурс]. URL: <https://timbertrack.ru/reforestation#tt26> (дата обращения: 10.01.2025)

9. Ильинцев А.С., Наквасина Е.Н., Богданов А.П., Парамонов А.А. Опыт создания лесных культур на микроповышениях при экскаваторной обработке почвы // Лесной вестник / Forestry Bulletin, 2024. Т. 28. № 2. С. 5–16. DOI: 10.18698/2542-1468-2024-2-5-1

10. New Leica MC1 3D Machine Guidance System for Develon DX225LC-7X Excavator // Leica Geosystems AG . [Электронный ресурс]. URL: <https://leica-geosystems.com/about-us/news-room/news-overview/2024/09/new-leica-mc1-3d-machine-guidance-system-for-develon-dx225lc-7x-excavator6> (дата обращения: 10.01.2025)