

## СОВРЕМЕННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 625.144.6

DOI:10.18324/2077-5415-2020-3-63-73

### Исследование и систематизация существующих технологических процессов удаления нежелательной растительности

А.А. Платонов

Ростовский государственный университет путей сообщения,  
пл. Ростовского Стрелкового Полка Народного Ополчения, 2, Ростов-на-Дону, Россия  
paa7@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4114-4636>  
Статья поступила 02.09.2020, принята 11.09.2020

*Для надлежащего содержания ряда линейных инфраструктурных объектов (полос отвода автомобильных и железных дорог, нефте-, газо- и продуктопроводов, а также трасс высоковольтных линий) организуются и выполняются работы по своевременному удалению с их территорий нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР). С учетом ранее выявленной автором недостаточной изученности вопроса систематизации технологических процессов указанных работ целью исследования является выявление основных существующих технологических процессов удаления НДКР с территорий линейных инфраструктурных объектов (ЛИО) с обоснованием целесообразности их дальнейшего применения. Для реализации цели исследования в статье были проанализированы существующие технологические процессы (ТП), формирующие исключительно механические способы удаления НДКР, выполнено математическое моделирование по установлению степени распространенности рассматриваемых ТП с учетом принятых автором критериев. Выявлено применение на территориях ЛИО более 50 технологических процессов, при этом определено, что более 30 % выполняемых ТП осуществляется в охранной зоне трасс высоковольтных линий (ВЛ). Установлена различная степень распространенности технологических процессов по местам воздействия на НДКР, при этом лидерами являются такие ТП, как расчистка трассы мульчированием (37 и 33 % для полос отвода железных дорог и охранных зон трасс ВЛ соответственно), срезание (вырубка) НДКР с последующим ее дроблением в щепу (34 % для охранных зон трасс нефтепроводов) или вывозкой (44 и 35 % для охранных зон трасс газопроводов и полос отвода автомобильных дорог), вырубка НДКР с последующим ее сжиганием (52 % для полос отвода железных дорог). Выполнена систематизация технологических процессов, позволившая разделить существующие ТП на пять групп, показаны сильные и слабые стороны каждой группы, приведены соответствующие рекомендации производству. Результаты работы могут быть использованы производственными предприятиями, занимающимися содержанием и эксплуатацией линейных инфраструктурных объектов.*

**Ключевые слова:** линейный инфраструктурный объект; нежелательная растительность; удаление; технологический процесс; распространенность; систематизация.

### Research and systematization of existing technological processes for removing unwanted vegetation

A.A. Platonov

Rostov State Transport University;  
2, Rostovskogo Strelkovogo Polka Narodnogo Opolcheniya Sq., Rostov-on-Don, Russia  
paa7@rambler.ru  
<https://orcid.org/0000-0003-4114-4636>  
Received 02.09.2020, accepted 11.09.2020

*In order to properly care for linear infrastructure facilities (road, rail, oil, gas and product pipelines, as well as high-voltage lines), work is organized and carried out to timely remove unwanted tree and shrub vegetation (UTSV) from their territories. Taking into account the insufficient knowledge of the systematization of the technological processes of these works that was previously identified by the author, the aim of the study was to identify the main existing technological processes for the removal of UTSV from the territories of linear infrastructure facilities (LIF) with the rationale for their further application. To achieve the goal of the study, the existing technological processes (TP), which form exclusively mechanical methods of UTSV removal, have been analyzed and mathematical modeling to establish the prevalence of the TP in view of the criteria accepted by the author has been performed. It is revealed that more than 50 technological processes are used in the territories of LIF, while it is determined that more than 30% of the TP is carried out in the protection zone of high-voltage lines. The author has established a different degree of prevalence of technological processes at the places of impact on the UTSV, while the leaders are technological processes such as clearing the route by mulching (37% and 33% for the railway right-of-way and security zones of the overhead lines, respectively), cutting (felling) of UTSV and its subsequent crushing into chips (34% for the protection zones of oil pipeline routes) or removal (44% and 35% for the protection zones of gas pipeline routes and the right of way of highway), felling the*

*UTSV with its subsequent burning (52% for the railway right-of-way). The systematization of technological processes has been carried out, which allows to divide the existing TP into five groups. The strengths and weaknesses of each group are shown and the relevant recommendations to manufacturers are given. Research materials include relevant illustrations. The results of the work can be used by manufacturing enterprises engaged in the maintenance and operation of linear infrastructure facilities.*

**Keywords:** linear infrastructural object; unwanted vegetation; removal; technological process; prevalence; systematization.

**Введение.** В настоящее время в Российской Федерации и в мире продолжают строиться новые (и эксплуатируются ранее построенные) линейные инфраструктурные объекты (ЛИО), к которым относятся автомобильные и железные дороги, линии связи и электропередачи, газо-, нефте- и продуктопроводы и иные объекты, длина которых (в плане) значительно превышает их ширину. По данным, приводимым в различных статистических и информационных справочниках, а также на официальных сайтах соответствующих акционерных обществ [1–5], только в нашей стране на 01.01.2019 г. общая протяженность линий электропередачи составляла 2,35 млн км; магистральных трубопроводов — 69 080 км (в том числе магистральных нефтепроводов — 52 840 км, магистральных нефтепродуктопроводов — 16 240 км); магистральных газопроводов — 172,6 тыс. км (а также 746,3 тыс. км сетей газораспределения); тепловых сетей в двухтрубном исполнении — 183,3 тыс. км; автомобильных дорог общего пользования — 1 498,764 тыс. км; железнодорожных путей общего пользования — 85,554 тыс. км. Согласно указаниям, приведенным в ряде нормативных документов ([6–11] и др.), для поддержания рассматриваемых инфраструктурных объектов в нормативном состоянии на территории ЛИО должны быть организованы с определенной периодичностью работы по удалению произрастающей нежелательной древесно-кустарниковой растительности (НДКР), при этом результаты проведенных нами исследований за 2012–2019 гг. [12] выявили общую тенденцию к увеличению объемов данных работ с достигнутой к настоящему времени общей протяженностью среднегодовой виртуальной полосы удаления НДКР вдоль линейных частей инфраструктурных объектов в 29 019 пог. км. Указанные объемы работ (а также условия их проведения, детальное рассмотрение которых не входит в цели и задачи данной статьи) накладывают определенные требования к осуществляемым технологическим процессам удаления нежелательной растительности на территориях линейных инфраструктурных объектов, при этом выполненным нами информационным поиском была выявлена недостаточная изученность вопроса систематизации данных технологических процессов.

**Цель исследования.** Выявление основных существующих технологических процессов удаления нежелательной древесно-кустарниковой

растительности с территориями линейных инфраструктурных объектов с обоснованием целесообразности их дальнейшего применения.

Для реализации сформулированной цели исследований необходимо было решить следующие задачи:

- осуществить сбор информации о применяемых в настоящее время технологических процессах удаления НДКР;

- выполнить оценку степени распространенности технологических процессов удаления НДКР с территорий линейных инфраструктурных объектов;

- обосновать возможность систематизации существующих технологических процессов, применяемых при удалении НДКР с территорий ЛИО.

**Материалы и методы исследований.** Материалами исследований являлись актуальные (на момент выполнения) и соответствующие тематике выполняемой работы межгосударственные стандарты и национальные стандарты России, федеральные законы России, нормативные документы ряда акционерных обществ, устанавливающие требования к выполнению работ в области борьбы с нежелательной растительностью на линейных инфраструктурных объектах, а также результаты выполненных нами натурных исследований работы отдельных машин и механизмов, применяемых при удалении НДКР.

Для реализации обозначенной цели исследования нами рассматривались существующие технологические процессы (ТП), формирующие исключительно механические способы удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности (под которой нами понимаются кустарник, мелколесье, подлесок и поросль) с территориями ЛИО [13].

Камеральная обработка полученных данных выполнялась в соответствии с общепризнанными методиками определения статистических характеристик, действующими межгосударственными и национальными стандартами, а также инструкциями.

**Результаты исследований и их обсуждение.** Вопросами механизации удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности в разное время занимались как отечественные [14; 15], так и зарубежные [16–19] ученые, однако при этом большинство исследователей сосредотачивались или на комбинированном методе удаления НДКР с территории ЛИО (предусматривающем механизованное и последующее химическое воздействия на нежелательную растительность) [20], или

на высокопроизводительных технологических процессах, предусматривающих удаление значительного объема нежелательной древесины (в том числе, стволовой большого диаметра) [21–24].

В результате выполненного анализа нами было установлено, что в настоящее время при удалении НДКР с территории ЛИО в общей сложности находят применение более 50 технологических процессов (рис. 1):

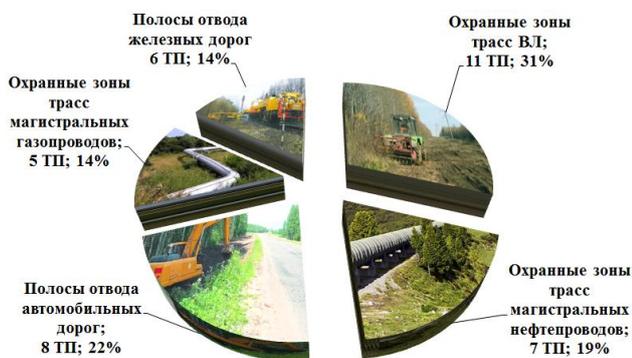


Рис. 1. Распределение количества технологических процессов удаления НДКР с территорий ЛИО

Следует отметить, что уже на первом этапе их анализа и систематизации часть из них (15 ТП, 29 % от общего количества) субъективно были отнесены нами к малораспространенным, что впоследствии было подтверждено применением соответствующего математического аппарата.

Анализ вышеприведенного распределения позволил установить, что максимальное количество ТП удаления НДКР наблюдается при организации соответствующих работ в охранных зонах трасс ВЛ, что объясняется не только большой протяженностью указанных линий, но и большим объемом работ, организуемых дочерними предприятиями ПАО «Россети» по недопущению произрастания на данных объектах инфраструктуры нежелательной растительности. Фактически одинаковое количество технологических процессов находят применение (как было установлено нами) при организации работ по полосам отвода автодорог и в охранных зонах магистральных нефтепроводов.

Для каждого из рассматриваемых ЛИО нами анализировались соответствующие им и применяемые в настоящее время ТП удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности (табл. 1). При этом нами учитывалось, что каждый ТП состоит из одной или нескольких технологических операций (ТО), при этом вспомогательные ТО (например, доставка самоходного мульчера до места проведения работ, перемещение базовой машины по территории ЛИО и т. д.) нами при выполнении данного исследования во внимание не принимались.

Для исключения вышеуказанной субъективной составляющей нами было выполнено математиче-

ское моделирование по установлению степени распространенности  $S_{ТПр}$  технологических процессов удаления НДКР с территории линейных инфраструктурных объектов с учетом принятых нами в исследование следующих критериев:

– частота применения исследуемого технологического процесса организациями, выполняющими удаление НДКР;

– площадь территории применения исследуемого технологического процесса удаления НДКР,  $ga$ .

В целом, определение степени распространенности  $S_{ТПр}$  технологического процесса удаления НДКР по линейным инфраструктурным объектам осуществлялась нами по следующей формуле:

$$S_{ТПр} = \frac{\sum_{j=1}^m n_j \cdot \frac{q_j}{\sum_{j=1}^m q_j}}{\sum_{j=1}^m \left( n_j \cdot \frac{q_j}{\sum_{j=1}^m q_j} \right)}, \quad (1)$$

где  $n_j$  — частота применения  $j$ -го технологического процесса организациями, выполняющими удаление НДКР;  $q_j$  — площадь территории применения  $j$ -го технологического процесса удаления НДКР,  $ga$ ;  $m$  — общее количество технологических процессов удаления НДКР.

Наглядность установления степени распространенности  $S_{ТПр}$  была обеспечена нами построением графических зависимостей, реализованных в среде Microsoft Excel, а однозначность принятия решения о том, какой именно технологический процесс следует отнести к малораспространенным, обеспечивался установлением величины критерия  $S_{ТПр}^{\min} = 0,05$ .

С учетом полученных (на основе анализа ряда вышеозначенных нормативных документов) значений принятых критериев работ по удалению нежелательной растительности с территорий ЛИО нами было выявлено следующее распределение степени распространенности технологических процессов по местам воздействия на НДКР (рис. 2).

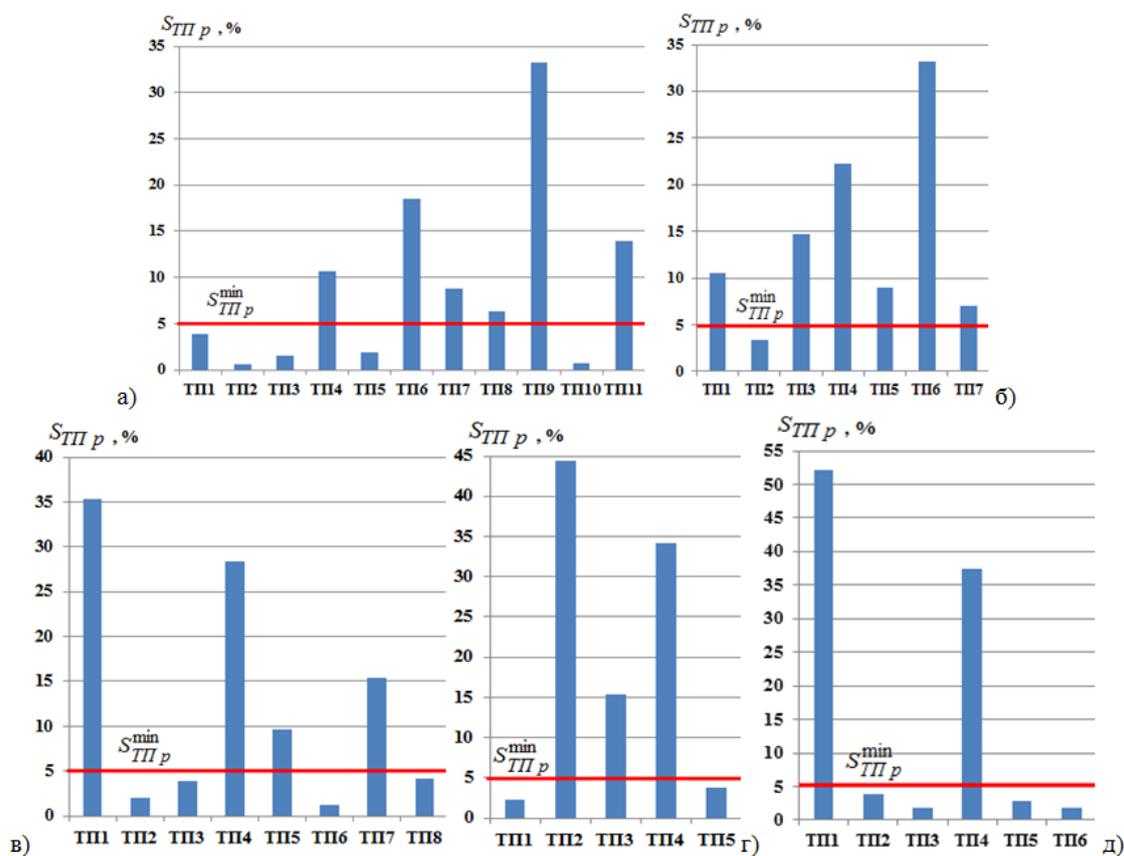
По результатам выполненного нами анализа степени распространенности технологических процессов по местам воздействия на НДКР можно сделать следующие выводы.

Наибольшее количество распространенных технологических процессов наблюдается при удалении НДКР с территорий охранных зон трасс высоковольтных линий (ВЛ) и магистральных нефтепроводов (МН), однако если в первом случае наблюдается приблизительно одинаковое со-

отношение наиболее и наименее распространенных ТП (55 и 45 % соответственно), то во втором случае аналогичное соотношение составляет 86 и 14 %, что, на наш взгляд, свидетельствует об отсутствии при выполнении работ по удалению НДКР в охранных зонах трасс МН каких-либо «особо популярных» ТП и о достаточно равномерном распределении возникающих объемов работ между применяемыми технологическими процессами. В целом же следует отметить, что превышение количества наиболее распространенных ТП над наименее распространенными наблюдается для трех из пяти принятых нами в исследовании мест воздействия на НДКР.

При удалении НДКР с территории охранных зон трасс высоковольтных линий наибольшее распространение по принятым нами критериям

получил технологический процесс ( $ТП_9$ , 33 %), связанный с расчисткой трасс (просек) охранных зон методом мульчирования, при котором удаление растительности осуществляется механизированным способом, тракторами на пневмоколесном (или гусеничном) ходу с навесным мульчером или специализированным самоходным мульчером. К распространенным относятся также  $ТП_6$  (18 %) и  $ТП_8$  (6 %), связанные с вырубкой (расчисткой) трасс от нежелательной растительности и последующим измельчением порубочных остатков, однако, по нашим оценкам, в указанных ТП продолжает оставаться большая доля ручного труда (при этом возможно воздействие на растительность не только бензопилами и мотокусторезами, но и мачете с топорами).



**Рис. 2.** Визуализация степени распространенности технологических процессов по местам воздействия на НДКР: а — охранные зоны трасс ВЛ; б — охранные зоны трасс магистральных нефтепроводов; в — полосы отвода автомобильных дорог; г — охранные зоны трасс магистральных газопроводов; д — полосы отвода железных дорог

При удалении НДКР с территории охранных зон трасс магистральных нефтепроводов наиболее распространены (по нашим оценкам — суммарная величина  $S_{ТП p}$  более 50 %) технологические процессы ( $ТП_4$  и  $ТП_6$ ), связанные с ручной вырубкой (расчисткой) трасс от нежелательной растительности и последующим измельчением порубочных остатков, а также механизированным способом методом мульчирования тракторами на пневмоколесном (или гусеничном) ходу

с навесным мульчером или самоходным мульчером на специализированном шасси. Обращает на себя также внимание выявленная нами распространенность технологических процессов (4 ТП, 57 %), в составе которых присутствует технологическая операция дробления порубочных остатков в щепу, в то время как по остальным местам воздействия на НДКР указанная ТО входит в состав лишь 16...25 % ТП со степенью распространенности 4...38 %.

Таблица 1. Существующие технологические процессы удаления нежелательной растительности с территории линейных инфраструктурных объектов

№ ПП	Условное описание	Символьная визуализация	№ ПП	Условное описание	Символьная визуализация
<i>Охраняемые зоны трасс ВЛ</i>					
ПП <sub>1</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр$		ПП <sub>1</sub>	$R_{ПП} = Срз + Вез$	
ПП <sub>2</sub>	$R_{ПП} = Врб + Сгр + Вез$		ПП <sub>2</sub>	$R_{ПП} = Срз(к) + Вез(Сжж)$	
ПП <sub>3</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Сгр$		ПП <sub>3</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сжж$	
ПП <sub>4</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Дрб$		ПП <sub>4</sub>	$R_{ПП} = Срз + Дрб$	
ПП <sub>5</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Сжж$		ПП <sub>5</sub>	$R_{ПП} = Врб + К_{ин} + Дрб + Зкл$	
ПП <sub>6</sub>	$R_{ПП} = Врб + Дрб$		ПП <sub>6</sub>	$R_{ПП} = [Срз + Дрб]$	
ПП <sub>7</sub>	$R_{ПП} = Срз(к) + Вез(Сжж)$		ПП <sub>7</sub>	$R_{ПП} = Врб + К_{ин} + Сгр$	
ПП <sub>8</sub>	$R_{ПП} = Врб + Дрб + Зкл$		ПП <sub>8</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр$	
ПП <sub>9</sub>	$R_{ПП} = [Срз + Дрб]$		<i>Охраняемые зоны трасс магистральных газопроводов</i>		
ПП <sub>10</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин}$		ПП <sub>1</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Сжж$	
ПП <sub>11</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Вез$		ПП <sub>2</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Вез$	
<i>Охраняемые зоны трасс магистральных нефтепроводов</i>					
ПП <sub>1</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Дрб + Вез$		ПП <sub>3</sub>	$R_{ПП} = Срз + Дрб + Вез$	
ПП <sub>2</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Зям + Дрб$		ПП <sub>4</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Сгр + Вез$	
ПП <sub>3</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Вез$		ПП <sub>5</sub>	$R_{ПП} = [Срз + Дрб]$	
ПП <sub>4</sub>	$R_{ПП} = [Срз + Дрб]$		<i>Полосы отвода железных дорог</i>		
ПП <sub>5</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Сгр + Дрб$		ПП <sub>1</sub>	$R_{ПП} = Врб + Сгр + Сжж$	
ПП <sub>6</sub>	$R_{ПП} = Срз + Дрб$		ПП <sub>2</sub>	$R_{ПП} = Врб + К_{ин} + Дрб$	
ПП <sub>7</sub>	$R_{ПП} = Срз + К_{ин} + Сгр$		ПП <sub>3</sub>	$R_{ПП} = Врб + Зкл(Сжж)$	
-	-	-	ПП <sub>4</sub>	$R_{ПП} = [Срз + Дрб]$	
-	-	-	ПП <sub>5</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Вез$	
-	-	-	ПП <sub>6</sub>	$R_{ПП} = Срз + Сгр + Вез(Сжж)$	

Примечание: Срз – срезание НКР; Сгр – срезание НКР; Врб – вывозка порубочных остатков; Вез – вывозка порубочных остатков; К<sub>ин</sub> – корчевание тлей; Дрб – дробление порубочных остатков; Сжж – сжигание порубочных остатков; Срз(к) – срезание камышовой поросли; Зкл – закапывание порубочных остатков; [Срз+Дрб] – мульчирование НКР; Зям – засыпка ям.

При удалении НДКР с полос отвода автомобильных дорог к наиболее распространенным, по нашим оценкам, относится  $ТП_1$  (35 %), связанный с ручным (топорами, бензопилами) воздействием на нежелательную растительность и последующей вывозкой порубочных остатков на утилизацию автомобильным транспортом. В целом же обращает на себя внимание выявленная нами распространенность технологических процессов ( $ТП_1$ ,  $ТП_4$ ,  $ТП_5$ ; 73 %), предусматривающих фактически исключительно ручное воздействие на НДКР (лидерство по данному показателю среди остальных мест воздействия на НДКР). Следует, на наш взгляд, отметить наличие среди распространенных и технологического процесса ( $ТП_7$ , 15 %), предусматривающего оставление порубочных остатков на дальнейшее перегнивание на поверхности полосы отвода, что на наш взгляд является нецелесообразным не только с точки зрения экологии, но и с эстетической точки зрения (формирование так называемого «неопрятного вида из окна»). Подчеркнем также выявленную нами распространенность технологических процессов, в составе которых присутствует технологическая операция вывозки порубочных остатков, что объясняется естественным наличием возле данного места воздействия на НДКР транспортной артерии, способствующей дальнейшей утилизации срезанной (вырубленной) растительности вне данного места работ.

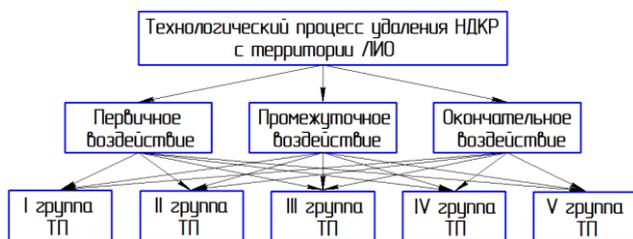
При удалении НДКР с территории охранных зон трасс магистральных газопроводов (МГ) наиболее распространенные (по нашим оценкам, суммарная величина  $S_{ТП}$  около 75 %) технологические процессы ( $ТП_2$  и  $ТП_4$ ) связаны со срезанием нежелательной растительности механизированным способом тракторами на пневмоколесном (гусеничном) ходу с навесным кусторезом и последующей вывозкой порубочных остатков на утилизацию автомобильным транспортом. Также следует, на наш взгляд, отметить выявленную нами распространенность технологических процессов, в составе которых присутствует технологическая операция вывозки порубочных остатков (лидерство по данному показателю среди остальных мест воздействия на НДКР), что объясняется, на наш взгляд, стремлением организаций-заказчиков и исполнителей работ исключить даже теоретическую возможность возгорания порубочных (в том числе измельченных в щепу) остатков. Однако при этом обращает на себя внимание наличие технологического процесса ( $ТП_1$ , по нашим оценкам — малораспространенный), предусматривающего сжигание порубочных остатков, что вызывает удивление, учитывая выполнение работ в зоне нахождения газовых сетей, а также требований по наличию техники, снабженной искрогасителями.

Отдельного внимания заслуживает распределение степени распространения ТП по полосам отвода железных дорог. По нашим оценкам, к наиболее распространенным технологическим процессам (величина  $S_{ТП}$  более 50 %) относится  $ТП_1$ , связанный с ручным (топорами, бензопилами) воздействием на нежелательную растительность и последующим сжиганием порубочных остатков. Кроме того, к распространенным относится также  $ТП_4$  (37 %), связанный с удалением НДКР методом мульчирования, при котором удаление растительности осуществляется механизированным способом самоходным мульчером или многофункциональной машиной с навесным мульчером. К малораспространенным, по нашим данным, относится технологический процесс  $ТП_6$  (2 %), связанный с удалением растительности специализированными транспортными средствами в виде самоходных железнодорожных путевых машин, снабженных навесным кусторезом, управляемым, в свою очередь, манипуляторной установкой. Вместе с тем, не следует забывать, что механический способ борьбы с нежелательной древесно-кустарниковой растительностью не относится к преимущественной сфере направлений развития железнодорожного транспорта, что, в свою очередь, обуславливает неразвитость соответствующих технологических процессов. Этим, на наш взгляд, объясняется большая доля (3 ТП из 6; более 50 %;  $ТП_1$ ,  $ТП_2$  и  $ТП_3$ ; рис. 2) технологических процессов, предусматривающих фактически лишь ручное воздействие на растительность топорами (редко — бензопилами и мотокусторезами).

Выполненное нами исследование вариантов существующих технологических процессов и применяемых при удалении нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов систем машин позволило выявить схожесть ряда ТП между собой по таким признакам, как выполняемые технологические операции, применяемые машины (механизмы, оборудование), а также целому ряду других. С учетом этого нами была выполнена систематизация существующих технологических процессов, применяемых при удалении НДКР с территории ЛИО, при этом признаками систематизируемых ТП нами были выбраны следующие:

1. Первичное осуществляемое воздействие на НДКР — срезание (вырубание, мульчирование и т. д.);
2. Промежуточное осуществляемое воздействие на НДКР — наличие или отсутствие преобразования (измельчения в щепу) порубочных остатков;
3. Окончательное осуществляемое воздействие на порубочные остатки — с оставлением или удалением порубочных остатков с территории ЛИО.

Систематизированные нами технологические процессы, применяемые при удалении НДКР с территории ЛИО были распределены нами на 5 групп (рис. 3).



**Рис. 3.** Схема формирования групп технологических процессов удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территорий линейных инфраструктурных объектов

*I группа. ТП1* — технологический процесс срезания кустарника и мелкокося (подлеска, поросли) с распределением и оставлением порубочных остатков на поверхности линейного инфраструктурного объекта.

Базовым вариантом такого ТП является срезание НДКР вручную с применением бензопил и кусторезов, а также вырубка топорами. Сгребание срезанного / вырубленного / выкорчеванного кустарника и мелкокося (подлеска, поросли; в том числе, их корчевание) в валы или кучи осуществляется вручную с оставлением порубочных остатков на дальнейшее перегнивание на поверхности ЛИО или использованием их для укрепления временных дорог (в том числе дорог для доступа к соответствующему ЛИО). Развитием базового варианта данного ТП является срезание НДКР механизированным способом тракторами на пневмоколесном или гусеничном ходу с мощностью двигателя 58...158 кВт (79...215 л. с.) с навесным кусторезом и / или косилкой, а также механизация удаления корней срезанного / вырубленного кустарника и мелкокося (подлеска, поросли) путем применения на базе вышеозначенных тракторов навесного корчевателя-собиранья и / или лесных граблей. Не принимая во внимание в данной работе вопрос экологической составляющей, а также запретов, налагаемых на выполнение тех или иных видов работ различными надзорными органами, развитием вышеописанных вариантов ТП является сжигание собранных в валы или кучи порубочных остатков с перетряхиванием вышеозначенных валов / куч механизированным способом и / или вручную и дальнейшим распределением и / или оставлением сгоревших остатков на поверхности ЛИО.

*Сильные стороны* рассмотренной группы ТП: срезание (а также в случае более развитых ТП — корчевание и сгребание) НДКР осуществляется одной и той же машиной. Сравнительно низкие

затраты на очистку территории ЛИО. Круглогодичная возможность осуществления работ, в том числе в труднодоступных местах. Отсутствие необходимости вывозки и утилизации порубочных остатков. Привлечение организаций с небольшим парком машин.

*Слабые стороны* рассмотренной группы ТП: Необходимость использования ручного труда при срезании / сгребании / выкорчевывании растительности. Захламление территории ЛИО, формирование «неопрятного вида из окна». Ограничение сжигания порубочных остатков в пожаробезопасный (в частности, зимний) период.

*II группа. ТП2* — технологический процесс срезания кустарника и мелкокося (подлеска, поросли) с измельчением порубочных остатков и их дальнейшим распределением на территории линейного инфраструктурного объекта.

Базовым вариантом такого ТП является срезание НДКР вручную с применением бензопил и кусторезов, а также вырубка топорами. Сгребание срезанного / вырубленного / выкорчеванного кустарника и мелкокося (подлеска, поросли; в том числе, их корчевание) в валы или кучи осуществляется вручную. Измельчение порубочных остатков в щепу осуществляется механизированным способом автономным измельчителем при ручном способе загрузки порубочных остатков с дальнейшим распределением и / или оставлением переработанных в щепу порубочных остатков на поверхности ЛИО. Развитием базового варианта данного ТП является срезание НДКР механизированным способом тракторами на пневмоколесном или гусеничном ходу с мощностью двигателя 58...158 кВт (79...215 л. с.) с навесным кусторезом и/или косилкой, а также применение на базе вышеозначенных тракторов навесного корчевателя-собиранья и / или лесных граблей. К рассматриваемому варианту ТП относится также технологический процесс очистки территории линейного инфраструктурного объекта от НДКР, отличающийся тем, что после переработки порубочных остатков в щепу осуществляется их захоронение (закапывание) экскаваторами.

*Сильные стороны* рассмотренной группы ТП: Сравнительно низкие затраты на очистку территории ЛИО. Круглогодичная возможность осуществления работ, в том числе в труднодоступных местах. Отсутствие необходимости вывозки и утилизации порубочных остатков.

*Слабые стороны* рассмотренной группы ТП: Необходимость использования ручного труда при срезании / сгребании / выкорчевывании / измельчении растительности. Захламление территории ЛИО (в том числе щепой, сконцентрированной в кучи), формирование «неопрятного вида из окна».

*III группа. ТПЗ — технологический процесс срезания кустарника и мелколесья (подлеска, поросли) с последующей вывозкой порубочных остатков с территории линейного инфраструктурного объекта.*

Базовым вариантом такого ТП является срезание НДКР вручную с применением бензопил и кусторезов, а также вырубка топорами. Сгребание срезанного / вырубленного / выкорчеванного кустарника и мелколесья (подлеска, поросли; в том числе их корчевание) в валы или кучи осуществляется вручную. Вывозка порубочных остатков осуществляется механизированным способом автомобилями-самосвалами при ручном способе загрузки порубочных остатков с дальнейшей утилизацией порубочных остатков любым законным способом. Развитием базового варианта данного ТП является срезание НДКР механизированным способом, тракторами на пневмоколесном или гусеничном ходу с мощностью двигателя 58...158 кВт (79...215 л. с.) с навесным кусторезом и / или косилкой, а также применение на базе вышеозначенных тракторов навесного корчевателя-собиравателя и / или лесных граблей. Погрузка порубочных остатков на автотранспортное средство осуществляется механизированным способом подборщиком-погрузчиком. К рассматриваемому варианту ТП относится также технологический процесс очистки территории линейного инфраструктурного объекта от камыша, отличающийся тем, что срезание камыша осуществляется кусторезом (с развитием указанного ТП — механизированным способом, тракторами с навесным кусторезом и / или косилкой), а утилизация срезанного камыша осуществляется его вывозкой и / или сжиганием на территории или вне территории ЛИО.

*Сильные стороны* рассмотренной группы ТП: отсутствие захламливания территории ЛИО, формирование «приятного вида из окна».

*Слабые стороны* рассмотренной группы ТП: необходимость использования ручного труда при срезании / сгребании / выкорчевывании / погрузке растительности. Необходимость организации (поддержания в нормативном состоянии) сети временных дорог. Ограничение вывозки порубочных остатков сезонными периодами. Ограничение сжигания камыша пожаробезопасным (в частности, зимним) периодом.

*IV группа. ТП4 — технологический процесс срезания кустарника и мелколесья (подлеска, поросли) с измельчением порубочных остатков и последующей их вывозкой с территории линейного инфраструктурного объекта.*

Базовым вариантом такого ТП является срезание НДКР вручную с применением бензопил и кусторезов, а также вырубка топорами. Сгребание срезанно-

го / вырубленного / выкорчеванного кустарника и мелколесья (подлеска, поросли; в том числе их корчевание) в валы или кучи осуществляется вручную. Измельчение порубочных остатков в щепу осуществляется механизированным способом автономным измельчителем при ручном способе загрузки порубочных остатков. Вывозка порубочных остатков осуществляется автомобилями-щеповозами при механизированном способе загрузки щепы с дальнейшей ее утилизацией любым законным способом. Развитием базового варианта данного ТП является срезание НДКР механизированным способом тракторами на пневмоколесном или гусеничном ходу с мощностью двигателя 58...158 кВт (79...215 л. с.) с навесным кусторезом и / или косилкой, а также применение на базе вышеозначенных тракторов навесных лесных граблей.

*Сильные стороны* рассмотренной группы ТП: отсутствие захламливания территории ЛИО, формирование «приятного вида из окна».

*Слабые стороны* рассмотренной группы ТП: необходимость использования ручного труда при срезании / сгребании / выкорчевывании / погрузке растительности. Необходимость организации (поддержания в нормативном состоянии) сети временных дорог. Ограничение вывозки щепы сезонными периодами. Необходимость применения специализированных транспортных средств.

*V группа. ТП5 — технологический процесс измельчения кустарника и мелколесья (подлеска, поросли) на корню с оставлением порубочных остатков на поверхности линейного инфраструктурного объекта.*

Базовым вариантом такого ТП является срезание НДКР на корню механизированным способом, тракторами на пневмоколесном или гусеничном ходу с навесным мульчером, измельчающим порубочные остатки в щепу, и оставлением полученной субстанции на дальнейшее перегнивание на поверхности ЛИО. Развитием базового варианта данного ТП является применение многофункциональных машин на пневмоколесном или гусеничном ходу, снабженных стрелой-манипулятором с закрепленным на ее конце сменным блоком (мульчером). К рассматриваемому варианту ТП относится также технологический процесс очистки территории линейного инфраструктурного объекта от НДКР, отличающийся тем, что удаление нежелательной растительности осуществляется самоходным мульчером, обеспечивающим перемешивание порубочных остатков (щепы) с верхним слоем земли.

*Сильные стороны* рассмотренной группы ТП: отсутствие захламливания территории ЛИО, формирование «приятного вида из окна». Возможность быстрой передислокации оборудования своим хо-

дом. Большая производительность работ. Экологичная утилизация порубочных остатков при обеспечении их пожарной безопасности.

*Слабые стороны* рассмотренной группы ТП: необходимость предварительной очистки поверхности ЛИО от посторонних включений. Ограничения по рельефу и почвенно-грунтовым условиям поверхности ЛИО. Целесообразность применения при больших объемах удаления нежелательной растительности. Сравнительно большие затраты на очистку территории ЛИО.

В целом вышеприведенные группы технологических процессов, которые находят применение при удалении нежелательной древесно-кустарниковой растительности с территории линейных инфраструктурных объектов, отражают, на наш взгляд, практически весь спектр применяемых технологий. Не указанным (но при этом весьма вероятным) возможным развитием каждого из приведенных технологических процессов является комбинирование ручного и механизированного воздействия на НДКР. Так, в ТП1 возможно сочетание ручного (бензопилами, топорами) и механизированного (навесными кусторезами) срезания нежелательной растительности, при этом процентное соотношение «ручной / механизированный» может варьироваться в зависимости от природно-географических, климатических и иных факторов. Кроме этого, возможно сочетание ручного (граблями, вилами) и механизированного (навесными лесохозяйственными граблями) сгребания порубочных остатков в валы и кучи, в том числе для последующего их сжигания с перетряхиванием вышеозначенных валов / куч механизированным способом (навесными граблями) и вручную (грабли, вилы, лопаты). В ТП2, кроме срезания / вырубания / сгребания НДКР, возможно сочетание ручной / механизированной подачи порубочных остатков в измельчитель, а также ручное (вилами, лопатами) и механизированное (экскаваторной установкой) захоронение (закапывание) порубочных остатков. В ТП3, кроме срезания/сгребания НДКР, возможно сочетание ручной / механизированной погрузки порубочных остатков в транспортное средство для последующей их вывозки. В ТП4 возможно сочетание ручного и механизированного срезания нежелательной растительности.

Отдельно в рассматриваемом контексте выглядит ТП5, предусматривающий фактически единственную основную технологическую операцию, а именно «Измельчение НДКР на корню», при этом ручное воздействие на НДКР ни в одном из вариантов данного ТП не предусмотрено. Тем не менее, при помощи ручного труда возможно осуществление предварительной (вспомогательной,

предшествующей основному воздействию на растительность) операции, целью которой является исследование и удаление с территории ЛИО объектов, способных нанести повреждение рабочим органам мульчера (металлический лом и т. д.).

Предложенная нами систематизация существующих технологических процессов, применяемых при удалении НДКР с территорий ЛИО, позволяет учесть многообразие видов и характеристик удаляемой древесно-кустарниковой растительности, взаимное влияние ряда внешних и внутренних факторов, а также возможность организации выполнения рассматриваемых видов работ с использованием различных технологий и соответствующих им систем машин.

С учетом вышеизложенного нами для внедрения в практику выполнения работ по удалению НДКР с территорий ЛИО рекомендуется следующее:

1. Для работ в охранных зонах трасс ВЛ увеличить степень распространенности ТП, связанных с мульчированием, а также с механическим срезанием нежелательной растительности и последующим измельчением (в том числе вывозкой) порубочных остатков; уменьшить степень распространенности ТП, связанных с ручной вырубкой (срезанием) нежелательной растительности с последующим измельчением (в том числе закапыванием, сжиганием или оставлением на поверхности ЛИО) порубочных остатков;

2. Для работ в охранных зонах трасс магистральных нефтепроводов увеличить степень распространенности ТП, связанных с мульчированием, а также с механическим срезанием нежелательной растительности и последующим измельчением (в том числе вывозкой) порубочных остатков; уменьшить степень распространенности ТП, связанных с ручной вырубкой (срезанием) нежелательной растительности с последующим измельчением и оставлением на поверхности ЛИО порубочных остатков;

3. Для работ по полосам отвода автомобильных дорог увеличить степень распространенности ТП, связанных с мульчированием, а также с механическим срезанием нежелательной растительности и последующим измельчением (в том числе, вывозкой) порубочных остатков; уменьшить степень распространенности ТП, связанных с ручной вырубкой (срезанием) нежелательной растительности с последующей вывозкой (или сжиганием, закапыванием) порубочных остатков;

4. Для работ в охранных зонах трасс магистральных газопроводов уменьшить степень распространенности ТП, связанного с вырубкой (срезанием) нежелательной растительности с последующим сжиганием порубочных остатков;

5. Для работ по полосам отвода железных дорог увеличить степень распространенности ТП, связанного с механическим срезанием нежелательной растительности с последующей вывозкой порубочных остатков; уменьшить степень распространенности ТП, связанных с ручной вырубкой (срезанием) нежелательной растительности с последующим измельчением (в том числе закапыванием, сжиганием или оставлением на поверхности ЛИО) порубочных остатков.

#### **Выводы и рекомендации.**

1. Существование множества технологических процессов в области удаления нежелательной древесно-кустарниковой растительности объясняется большой протяженностью среднегодовой виртуальной полосы удаления НДКР вдоль линейных частей инфраструктурных объектов; значительным количеством работ, организуемых дочерними предприятиями соответствующих акционерных обществ; различными природно-климатическими, географическими и иными производственными условиями; сложившимися традициями удаления нежелательной растительности; поиском наиболее эффективных технических средств механизации удаления растительности и рядом других причин.

2. Исследование практики организации и выполнения технологических процессов удаления нежелательной растительности позволило выявить применение на территориях ЛИО более 50 технологических процессов, при этом определено, что более 30 % выполняемых ТП осуществ-

ляется в охранной зоне трасс ВЛ. Установлена различная степень распространенности технологических процессов по местам воздействия на НДКР, при этом лидерами являются такие ТП, как расчистка трассы (просеки) мульчированием (37 и 33 % для полос отвода железных дорог и охранных зон трасс ВЛ соответственно), срезание (вырубка) НДКР с последующим ее дроблением в щепу (34 % для охранных зон трасс МН), срезание (вырубка) НДКР с последующей ее вывозкой (44 и 35 % для охранных зон трасс МГ и полос отвода автомобильных дорог), вырубка НДКР с последующим ее сжиганием (52 % для полос отвода железных дорог). Показано отсутствие единого технологического процесса, в равной степени соответствующего различным природно-производственным условиям.

3. Выполненная систематизация технологических процессов, применяемых при удалении НДКР с территории ЛИО, позволила разделить существующие ТП на пять групп по признакам первичного, промежуточного и окончательного воздействия на нежелательную растительность. Определены базовые и формируемые на их основе вторичные технологические процессы, показаны сильные и слабые стороны каждой группы ТП.

4. Для внедрения в практику выполнения работ по удалению НДКР с территорий ЛИО производству рекомендовано скорректировать степень распространенности ряда применяемых технологических процессов.

#### *Литература*

1. Регионы России. Основные социально-экономические показатели городов. 2018: стат. сб. М.: Росстат, 2018. 443 с.
2. Российский статистический ежегодник. 2018: стат. сб. М.: Росстат, 2018. 694 с.
3. О ПАО «Газпром» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.gazprom.ru/about/> (дата обращения: 25.10.2019).
4. О компании ПАО «Россети» [Электронный ресурс]. URL: <http://www.rosseti.ru/about/company/> (дата обращения: 25.10.2019).
5. Сайты Обществ системы «Транснефть» [Электронный ресурс]. URL: <https://www.transneft.ru/subsidiaries-company/> (дата обращения: 25.10.2019).
6. ГОСТ 34182-2017. Магистральный трубопроводный транспорт нефти и нефтепродуктов. Эксплуатация и техническое обслуживание. М.: Стандартинформ, 2017. 46 с.
7. Инструкция по текущему содержанию земельных участков полосы отвода и охранных зон, защитных лесонасаждений, озеленения и благоустройства, борьбы с нежелательной растительностью ОАО «РЖД» № 539 р. М.: Урал-ЮрИздат, 2019. 52 с.
8. О порядке установления охранных зон объектов электросетевого хозяйства и особых условий использования земельных участков, расположенных в границах таких зон: постановление Правительства Рос. Федерации от 24 фев. 2009 г. № 160 [Электронный ресурс]. URL: <http://base.garant.ru/12165555/> (дата обращения: 11.07.2020).
9. О нормах отвода земель для размещения автомобильных дорог и (или) объектов дорожного сервиса: постановление Правительства Рос. Федерации от 2 сент. 2009 г. № 717 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_91367/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91367/) (дата обращения: 11.07.2020).
10. Правила эксплуатации магистральных газопроводов: СТО Газпром 2-3.5-454-2010. М.: Газпром, 2010. 164 с.
11. Об утверждении Норм отвода земельных участков, необходимых для формирования полосы отвода железных дорог, а также норм расчёта охранных зон железных дорог: приказ Минтранса Рос. Федерации от 6 авг. 2008 г. № 126 [Электронный ресурс]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_79819/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_79819/) (дата обращения: 11.07.2020).
12. Платонов А.А., Богданова Л.Н. Критические замечания к содержанию технических заданий конкурсных заявок по удалению нежелательной растительности // Научная жизнь. 2020. Т. 15. Вып. 2. С. 199–211.
13. Платонов А.А. О местах воздействия на нежелательную растительность при её удалении с территорий транспортных инфраструктур // Актуальные проблемы развития лесного комплекса: материалы XVII Междунар. науч.-технической конф. (03 дек. 2019 г.). Вологда, 2019. С. 216–218.
14. Технология и машины лесосечных работ: учеб. / под ред. В.И. Пятакина. СПб.: СПбГЛТУ, 2012. 362 с.
15. Ширнин Ю.А., Тарасова О.Г., Кренин А.В. Технологический регламент на разработку лесных участков под линейные объекты // Изв. высш. учеб. заведений. Лесной журн. 2014. № 4 (340). С. 35–43.

16. Kornaszewski M., Pniewski R. Impact of new informatics solutions using in railway transport on its safety // Transport Means 2018 Proceedings of the 22nd International Scientific Conference, 2018. Part 2. P. 996–1001.
17. Popa M., Rosca E., Ruscă F.V. On transport network reliability // Transport Problems. 2012. V. 7. № 3. P. 127–134.
18. Gerasimov Y., Senko S., Karjalainen T. Prospects of Forest Road Infrastructure Development in Northwest Russia with Proven Nordic Solutions // Scandinavian Journal of Forest Research. 2013. V. 28. № 8. P. 758–774.
19. Matthies M., Beyer A. Role of vegetation on the overall persistence and long-range transport potential // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2003. V. 17. № 4. P. 252–255.
20. Антипов Б.В., Маркелов С.Ю., Хайдаров М.Т. Мульчерные технологии в полосе отвода железных дорог. М.: Арсенал, 2013. 115 с.
21. Григорьев И.В., Куницкая О.А., Рудов С.Е., Давтян А.Б. Технология и система машин для раз рубки трасс линейных объектов // Энергия: экономика, техника, экология. 2019. № 10. С. 62–68.
22. Григорьев И.В., Григорьева О.И., Чураков А.А. Эффективные технологии и системы машин для малообъемных заготовок древесины // Энергия: экономика, техника, экология. 2018. № 2. С. 61–66.
23. Ивашнев М.В. Научные основы совершенствования машин для удаления древесно-кустарниковой растительности при непрерывном движении базового трактора: автореф. дис. ... д-ра техн. наук: 05.21.01. Петрозаводск, 2019. 36 с.
24. Ivashnev M.V., Vasiliev A.S., Shegelman I.R. Synthesis methodology of patentable technical solutions: a case of equipment for removing tree and shrubbery vegetation // Asstra Salvensis. 2018. V. 6. P. 531–540.
- ektronnyj resurs]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_91367/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_91367/) (data obrashcheniya 11.07.2020)
10. Operating rules for main gas pipelines: STO Gazprom 2-3.5-454-2010. M: Gazprom, 2010. 164 p.
11. Order of the Ministry of Transport of the Russian Federation of August 6, 2008 № 126 «On approval of the Allotment Norms for land plots necessary for the formation of an allotment strip for railways, as well as the norms for calculating railroad protection zones» [Elektronnyj resurs]. URL: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_79819/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_79819/) (data obrashcheniya 11.07.2020)
12. Platonov A.A., Bogdanova L.N. Critical remarks on the content of technical specifications of competitive applications for the removal of unwanted vegetation // Scientific Life. 2020. V. 15. Issue. 2. pp. 199–211. DOI: 10.35679 / 1991-9476-2020-15-2-199-211
13. Platonov A.A. About places of influence on unwanted vegetation when it is removed from the territories of transport infrastructures // In the collection: Actual problems of the development of the forest complex Materials of the XVII International Scientific and Technical Conference. Managing editor Yu.M. Avdeev. 2019. pp. 216–218.
14. Technology and logging machines: a textbook / edited by V.I. Patyakin. SPb: SPbGLTU, 2012. 362 p.
15. Shirnin Yu.A., Tarasova O.G., Krenev A.V. Technological regulations for the development of forest land for linear objects // News of higher educational institutions. Forestry Journal. 2014. № 4 (340). pp. 35–43.
16. Kornaszewski M., Pniewski R. Impact of new informatics solutions using in railway transport on its safety // Transport Means 2018 - Proceedings of the 22nd International Scientific Conference, Part 2. 2018. pp. 996–1001.
17. Popa M. On transport network reliability / M. Popa, E. Rosca, F.V. Ruscă // Transport Problems. 2012. vol. 7. № 3. pp. 127–134.
18. Gerasimov Y., Senko S., Karjalainen T. Prospects of Forest Road Infrastructure Development in Northwest Russia with Proven Nordic Solutions // Scandinavian Journal of Forest Research. 2013. vol. 28, №. 8. pp. 758–774.
19. Matthies M., Beyer A. Role of vegetation on the overall persistence and long-range transport potential // Stochastic Environmental Research and Risk Assessment. 2003. vol. 17. № 4. pp. 252–255.
20. Antipov B.V., Markelov S.Yu., Khaidarov M.T. Mulcher technologies in the railway right-of-way. M: Arsenal, 2013.115 p.
21. Grigoriev I.V., Kunitskaya O.A., Rudov S.E., Davtyan A.B. Technology and system of machines for cutting lines of linear objects // Energy: economics, technology, ecology. 2019. № 10. P. 62–68.
22. Grigoryev I.V., Grigoryeva O.I., Churakov A.A. Effective technologies and machine systems for low-volume timber procurements // Energy: economics, technology, ecology. 2018. № 2. P. 61–66.
23. Ivashnev M.V. Scientific basis for the improvement of machines for removing tree and shrubby vegetation with continuous movement of the base tractor: avtoref. dis. ... dokt. tekhn. nauk: 05.21.01 / M.V. Ivashnev. Petrozavodsk: 2019. 36 p.
24. Ivashnev M.V., Vasiliev A.S., Shegelman I.R. Synthesis methodology of patentable technical solutions: a case of equipment for removing tree and shrubbery vegetation // Asstra Salvensis. 2018. T. 6. C. 531–540.

#### References

1. Regions of Russia. The main socio-economic indicators of cities. 2018: Statistical Bulletin M: Rosstat, 2018. 443 p.
2. Russian statistical yearbook. 2018: Statistical Bulletin M: Rosstat, 2018. 694 p.
3. About PJSC Gazprom [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.gazprom.ru/about/> (data obrashcheniya 25.10.2019)
4. About PJSC Rosseti [Elektronnyj resurs]. URL: <http://www.rosseti.ru/about/company/> (data obrashcheniya 25.10.2019)
5. Sites of Transneft System Companies [Elektronnyj resurs]. URL: <https://www.transneft.ru/subsidiaries-company/> (data obrashcheniya 25.10.2019)
6. GOST 34182-2017. The main pipeline transport of oil and oil products. Operation and maintenance. M: Standartinform, 2017. 46 p.
7. Instruction on the current maintenance of land plots of the right of way and security zones, protective afforestation, landscaping and landscaping, and control of undesirable vegetation of Russian Railways № 539r. M: UralYurIzdat, 2019. 52 p.
8. Decree of the Government of the Russian Federation of February 24, 2009 No. 160 «On the procedure for establishing protection zones of electric grid facilities and special conditions for the use of land located within the boundaries of such zones» [Elektronnyj resurs]. URL: <http://base.garant.ru/12165555/> (data obrashcheniya 11.07.2020)
9. Decree of the Government of the Russian Federation of September 2, 2009 № 717 «On the norms of land allotment for the placement of roads and (or) road service facilities» [El-

## Влияние вида сырья на свойства древесных пластиков без добавления связующих

А.С. Ершова<sup>a</sup>, А.В. Артемов<sup>b</sup>, А.В. Савиновских<sup>c</sup>, В.Г. Буриндин<sup>d</sup>

Уральский государственный лесотехнический университет, ул. Сибирский Тракт, 37, Екатеринбург, Россия

<sup>a</sup> [ershovaas@m.usfeu.ru](mailto:ershovaas@m.usfeu.ru), <sup>b</sup> [artemovav@m.usfeu.ru](mailto:artemovav@m.usfeu.ru), <sup>c</sup> [savinovskihav@m.usfeu.ru](mailto:savinovskihav@m.usfeu.ru), <sup>d</sup> [buryndinvg@m.usfeu.ru](mailto:buryndinvg@m.usfeu.ru)

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6248-0028>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6994-0154>,

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7303-4912>, <sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6900-3435>

Статья поступила 01.09.2020, принята 11.09.2020

*В различных отраслях лесной, лесоперерабатывающей, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности вопросы рационального использования древесного сырья решаются путем его комплексной переработки, а именно путем организации практически безотходного производства с полной утилизацией всех образующихся древесиносодержащих отходов. Проведены исследования качества различных видов сырья по следующим показателям: текучесть материала по Рашигу, предел текучести, влажность пресс-материала, модуль упругости, текучесть по методу деформирования плоского образца, водопоглощение, разбухание, pH и выделение формальдегида. Данные показатели были определены для различных видов сырья, таких как отходы деревообработки, шлифовальная пыль ДСтП, шлифовальная пыль фанеры, древесная мука, лигнин, сосновые и березовые опилки. Определено, что из всех видов сырья наилучшими показателями качества сырья обладают древесные отходы деревообработки, которые имеют примесь коры. Утилизация отхода, такого как древесная кора, считается одним из основных вопросов в комплексном использовании древесного сырья. Пригодность коры для различных видов производств зависит от химического состава и физико-механических свойств. Кора хвойных деревьев отличается большим содержанием экстрактивных веществ, целлюлозы, золы и пентозанов. Объектом исследования являлись древесные пластики без добавления связующего (ДП-БС) на основе отходов деревообработки и коры сосны. При выполнении работы изучалось влияние фракционного состава и процентного содержания коры сосны в составе пресс-композиции на физико-механические и эксплуатационные свойства ДП-БС. В результате выполнения работы методом прессования в лабораторных условиях был получен ДП-БС на основе отходов деревообработки и коры сосны, оценены его физико-механические свойства. Найденные регрессионные зависимости свойств пресс-сырья от содержания в ней коры сосны и древесного опила. Определено оптимальное содержание коры сосны в композите, позволяющее получать материал с оптимальными физико-механическими свойствами, пригодными для использования.*

**Ключевые слова:** древесные пластики; отходы производства; отходы деревообработки; сосновая кора.

## Influence of the raw material type on the properties of wood plastics without adding binders

A.S. Ershova<sup>a</sup>, A.V. Artyomov<sup>b</sup>, A.V. Savinovskih<sup>c</sup>, V.G. Buryndin<sup>d</sup>

Ural State Forest Engineering University; 37, Sibirsky Tract St., Ekaterinburg, Russia

<sup>a</sup> [ershovaas@m.usfeu.ru](mailto:ershovaas@m.usfeu.ru), <sup>b</sup> [artemovav@m.usfeu.ru](mailto:artemovav@m.usfeu.ru), <sup>c</sup> [savinovskihav@m.usfeu.ru](mailto:savinovskihav@m.usfeu.ru), <sup>d</sup> [buryndinvg@m.usfeu.ru](mailto:buryndinvg@m.usfeu.ru)

<sup>a</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6248-0028>, <sup>b</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6994-0154>,

<sup>c</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7303-4912>, <sup>d</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6900-3435>

Received 01.09.2020, accepted 11.09.2020

*In various branches of the forestry, timber processing, woodworking and pulp and paper industries, the rational use of wood raw materials is solved by its complex processing, namely, by organizing a practically waste-free production with full utilization of all generated wood-containing waste. Studies of the quality of various types of raw materials have been carried out according to the following indicators: material Raschig flow, yield stress, press material moisture, elastic modulus, flat sample yield, water absorption, swelling, pH and formaldehyde release. These indicators have been determined for various types of raw materials, such as woodworking waste, chipboard sanding dust, plywood sanding dust, wood flour, lignin, pine and birch sawdust. It has been determined that of all types of raw materials, the best indicators of the quality of raw materials are dominated by wood waste from wood processing, which has an admixture of bark. Disposal of waste, such as bark, is one of the most important problems in the integrated use of wood raw materials. The suitability of bark for various types of production depends on factors such as chemical composition and physical and mechanical properties. The bark of coniferous trees is distinguished by a high content of extractives, cellulose, ash and pentosans. The object of the study is wood plastics without resins (WP-WR) based on wood processing waste and pine bark. When performing the work, the influence of the fractional composition and percentage of pine bark in the composition of the press composition on the physical, mechanical and operational properties of WP-WR was studied. As a result of performing the work by pressing in the laboratory, WP-WR was obtained on the basis of woodworking waste and pine bark, and its physical and mechanical properties were evaluated. Regression dependences of the properties of press raw materials on the content of pine bark and sawdust in it have been found. The optimal content of*