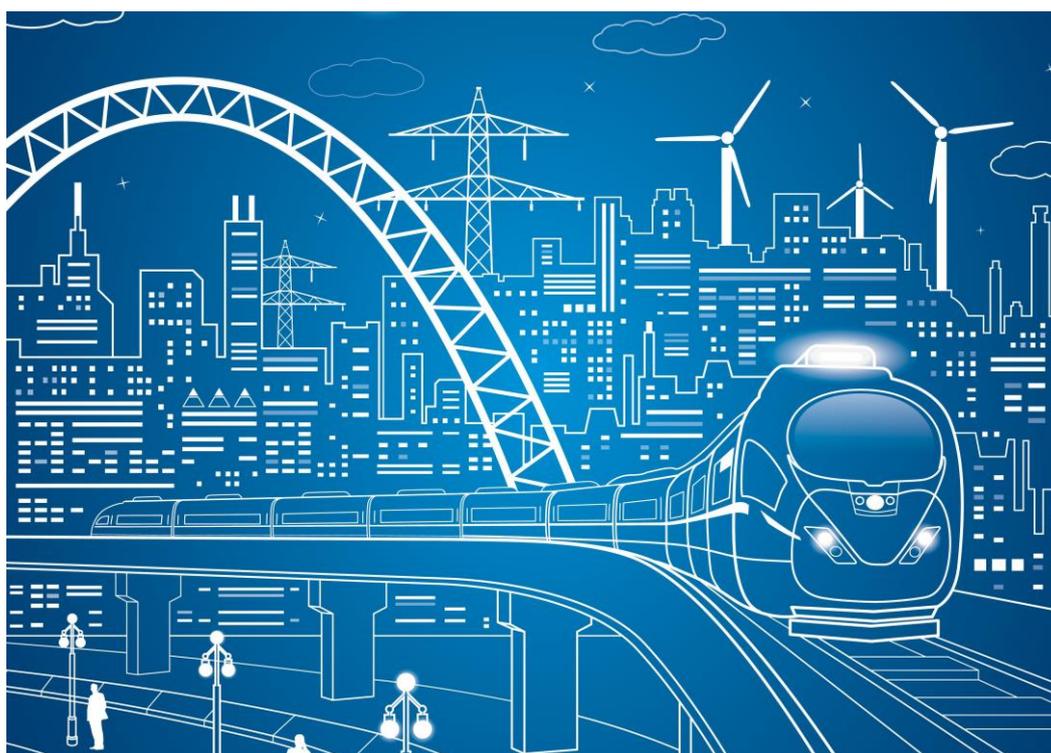


ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ  
ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ  
КӨЛІК – ЭНЕРГЕТИКА ФАКУЛЬТЕТІ



***«КӨЛІК ЖӘНЕ ЭНЕРГЕТИКАНЫҢ ӨЗЕКТІ МӘСЕЛЕЛЕРІ:  
ИННОВАЦИЯЛЫҚ ШЕШУ ТӘСІЛДЕРІ» XI ХАЛЫҚАРАЛЫҚ  
ҒЫЛЫМИ-ТӘЖІРИБЕЛІК КОНФЕРЕНЦИЯСЫНЫҢ БАЯНДАМАЛАР  
ЖИНАҒЫ***

***СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ  
XI МЕЖДУНАРОДНОЙ НАУЧНО – ПРАКТИЧЕСКОЙ  
КОНФЕРЕНЦИИ: «АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРАНСПОРТА И  
ЭНЕРГЕТИКИ: ПУТИ ИХ ИННОВАЦИОННОГО РЕШЕНИЯ»***

***PROCEEDINGS OF THE XI INTERNATIONAL SCIENTIFIC-PRACTICE  
CONFERENCE «ACTUAL PROBLEMS OF TRANSPORT AND ENERGY:  
THE WAYS OF ITS INNOVATIVE SOLUTIONS»***

Астана, 2023

**УДК 656+620.9**  
**ББК 39+31**  
**А43**

**Редакционная коллегия:**

Председатель – Курмангалиева Ж.Д. Член Правления – Проректор по науке, коммерциализации и интернационализации; Заместитель председателя – Кокаев У.Ш. декан транспортно-энергетического факультета, к.т.н., доцент; Султанов Т.Т. – заместитель декана по научной работе, к.т.н., доцент; Арпабеков М.И. – заведующий кафедрой «Организация перевозок, движения и эксплуатация транспорта», д.т.н., профессор; Тогизбаева Б.Б. – заведующий кафедрой «Транспорт, транспортная техника и технологии», д.т.н., профессор; Байхожаева Б.У. – заведующий кафедрой «Стандартизация, сертификация и метрология», д.т.н., профессор; Сакипов К.Е. – заведующий кафедрой «Теплоэнергетика», к.т.н., доцент; Жакишев Б.А. – заведующий кафедрой «Электроэнергетика», к.т.н., доцент.

**А43 Актуальные проблемы транспорта и энергетики:** пути их инновационного решения: XI Международная научно – практическая конференция, г. Астана, 16 марта 2023/Подгот. Ж.Д. Курмангалиева, У.Ш. Кокаев, Т.Т. Султанов – Астана, 2023. – 709с.

**ISBN 978-601-337-844-2**

В сборник включены материалы XI Международной научно – практической конференции на тему: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», проходившей в г. Астана 16 марта 2023 года.

Тематика статей и докладов участников конференции посвящена актуальным вопросам организации перевозок, движения и эксплуатации транспорта, стандартизации, метрологии и сертификации, транспорту, транспортной техники и технологии, теплоэнергетики и электроэнергетики.

Материалы конференции дают отражение научной деятельности ведущих ученых дальнего и ближнего зарубежья, Республики Казахстан и могут быть полезными для докторантов, магистрантов и студентов.



ресурс]. [https://tatarstan.ru/regulation/expertise/list/mpt.htm?corrupt\\_id=278600](https://tatarstan.ru/regulation/expertise/list/mpt.htm?corrupt_id=278600) (дата обращения: 06.11.22).

3. Изучение конструктивных особенностей мобильных установок заряда электротранспорта для разработки эскизной конструкторской документации / А. Р. Сафин, И. В. Ившин, А. Н. Цветков [и др.] // Вестник Казанского государственного энергетического университета. – 2021. – Т. 13. – № 3(51). – С. 15-24.

4. Справка AnyLogic [Электронный ресурс]. <https://anylogic.help/ru/anylogic/index.html> (дата обращения: 06.11.22).

5. Зарипова Р.С., Рочева О.А., Хамидуллина Ф.Р., Арбузова М.В. Внедрение цифровых технологий как фактор повышения эффективности работы транспортно-логистических систем // International Journal of Advanced Studies. 2021. Т. 11. № 2. С. 100-114.

6. Имитационное моделирование для прогнозирования развития автомобильного электротранспорта на уровне региона / Д. Ю. Каталевский, Т. Р. Гареев // Журналы БФУ им. И. Канта. – 2020. – Т. 12. – № 2. – С. 118-139.

7. Силкина О.Ю., Зарипова Р.С. Основные тренды цифровой логистики // Информационные технологии в строительных, социальных и экономических системах. 2021. № 1 (23). С. 168-170.

8. Зарипова Р.С., Мустафин Р.Ф. Технологический суверенитет современной России и перспективы его дальнейшего развития // Цифровая трансформация промышленности: новые горизонты: материалы 3-й Всероссийской научно-практической конференции. Москва, 2022. С. 176-178.

9. Зарипова Р.С., Сиразева А.Л. Имитационное моделирование построения оптимальных маршрутов в среде AnyLogic // Современные цифровые технологии: проблемы, решения, перспективы: материалы Национальной (с международным участием) научно-практической конференции. Казань, 2022. С. 155-158.

**УДК 629.331.1**

## **ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ МЕЖМОДУЛЬНОГО УСТРОЙСТВА БАЗИРОВАНИЯ И КРЕПЛЕНИЯ С КОВШАМИ УНИВЕРСАЛЬНЫХ ПОГРУЗЧИКОВ**

**Мамбетов Д.М., Джундибаев В.Е., Тогизбаева Б.Б.**

*dulat7172@mail.ru, dzhundibayev\_v@mail.ru, baglan099@mail.ru*

Евразийский национальный университет им. Л.Н.Гумилева, Астана, Казахстан

**Аннотация.** В различных отраслях экономики работает большое количество технологических машин со сменяемыми рабочими органами, например, строительно-дорожные и сельско-хозяйственные машины, машины городских служб, занятых на благоустройстве и озеленении городских и пригородных территорий и т.д.. В таких машинах время сменяемости рабочих органов существенно влияет на основное технологическое время. В тоже время, актуальность быстросменяемости рабочих органов возрастает при небольших объемах работ на каждом локальном месте и удаленности их друг от друга. Результаты исследования зарубежных работ показал перспективность создания специальной колесной базы и создание ряда разнообразных сменяемых рабочих органов по видам выполняемых работ. Вопрос быстросменности навесных рабочих органов технологических машин рассматривается на основе модульного принципа построения технологической машины и использования межмодульного устройства базирования и крепления рабочего органа. На основе анализа технических решений таких устройств авторами предлагается собственное техническое решение межмодульного устройства базирования и крепления,

параметры которого проверяются на совместимость с параметрами ковшей компании BobCat и проводится прочностной анализ его основных элементов.

Ключевые слова. Технологические машины, модульная структура, быстросменность рабочих органов, межмодульное устройство базирования и крепления, ковши универсальных погрузчиков, оптимизация параметров.

**Введение.** Содержание садово-паркового хозяйства и проведение ландшафтного строительства в городских условиях, при ограниченных объёмах и многообразии видов работ, разбросанности объектов работы, меняющимися видами работ по временам года, требует применения специальных технологических машин модульного типа, позволяющих реализовать в одном проекте гамму достоинств узкоспециализированных технологических машин и широту функциональных возможностей сменных рабочих органов. В связи с чем, вопрос обеспечения быстросменности рабочего оборудования по видам работ на технологической машине является актуальным.

**Обзор литературы.** Повышение эксплуатационной инвариантности машин и механизмов для садово-парковых и ландшафтных работ, как показывает опыт, добиваются созданием специализированных машины для озеленительных работ, так и заимствованием из других отраслей экономики, таких как сельское и лесное хозяйство, строительство, транспортно-складское машиностроение [1-3].

Как показывает опыт, при современном развитии техники и принятых технологиях работ транспорт общего назначения, автомобили и др. техника не отвечают требованиям агрегатирования на малых объёмах таких работ, где к машинам предъявляются специфические требования: оптимальная цена и материалоемкость, универсальность по видам работ, сменяемость рабочих органов и минимизация их номенклатуры, высокая маневренность при ограниченных площадях использования [4, 5, 6].

В работе [5] проведён обзор по выполняемым ТОО «Астана Тазалык» садово-парковым и ландшафтным работам в г.Астана и анализ применяемой при этом техники, позволивший сделать выводы, что на сегодняшний день применяются порядка 30 наименований орудий для уборки территорий. Коммунальная техника создается, как правило, на базе шасси грузовых автомобилей или тракторов общего назначения, а также на погрузчиках и даже на экскаваторах. Попытки повысить их производительность за счет доработки не привели к желаемому результату, поскольку изначально эти машины предназначены для работы в заданных скоростных и тяговых режимах при определенных условиях эксплуатации. Указанное противоречие выявило задачу повышения эффективности коммунальных машин за счет выбора рационального комплекта сменного оборудования для коммунальной машины и создания специального колесного шасси, обеспечивающего эффективное выполнение большой номенклатуры работ по уборке городских территорий.

В работе [6] выявлено, что выполняемые ТОО «АстанаЗеленСтрой» объёмы работ разбросаны по всей территории города Астана, при это они инвариантны по видам работ и ограничены небольшими территориями парков, скверов, террасами, клумб и бульваров. Применяемая техника, большей частью выполненная на основе машин общего назначения, мало эффективна, что приводит к большому объёму ручного труда. В связи с чем, предложена структура модульная структура специализированных машин, состоящая из колёсной базы, сменного рабочего оборудования и устройства соединяющее их, позволяющая сменность рабочего оборудования по видам работ и перемещение их по локальным рабочим местам.

В работе [7] установлено, что при автоматизации производственных процессов, одним из основных направлений является разработка прикладных программ на основе информации создаваемого автоматизированного банка данных диагностики состояния ленточного конвейера, содержащего полную информацию по диагностике, инвентаризации и паспортизации ленточных конвейеров и средств диагностики, контроля и автоматизации на них, с всесторонним анализом данных и последующей разработкой инженерных решений. А в задачи совершенствования автоматизированного банка данных входит определение круга

задач, решение которых, необходимо для принятия управляющих решений в рамках предприятия, в том числе вопрос диспетчеризации.

За рубежом для механизации небольших объёмов работ, особенно в стеснённых условиях, в последние годы разработаны и широко используются малогабаритные универсальные землеройные-транспортные машины, оснащённые широкой номенклатурой рабочих органов [13,14,15].

Применение универсальной машины с широкой гаммой навесного технологического рабочего органа даёт возможность использовать специальную колесную базу круглый год, без ограничений, заменяя рабочие органы по видам работ в разные времена года или в зависимости от сезонных работ. Появляется возможность выполнения новых видов работ за счёт возможности навески разнообразных типов оборудования, в значительной степени ликвидировать ручной труд.

Наглядным примером здесь является компания Bobcat, разработавшая ряд погрузчиков со сменным рабочим оборудованием, представляющий более 50 наименований [13]. Соединение технической базы машины и сменного производственно-технологического модуля (рабочего оборудования) производится с помощью системы крепления сменного модуля Bob-Tach, являющейся частью базовой комплектации машины, способный заменить рабочий орган за время менее одной минуты. Такая способность к перекомпануемости позволяет в течение рабочей смены применять различное навесное оборудование для большинства работ при садово-парковом и ландшафтном строительстве и по их содержанию.

Также примером является сменное навесное оборудование компании JCB [14,15] для строительных, дорожных и землеройных работ, позволяющее расширить спектр выполняемых стандартных и специализированных работ, при снижении прилагаемого обслуживающим персоналом усилий при перекомпануемости оборудования на базе экскаватора-погрузчика компании JCB (Рисунок 1).



Рисунок 1. Модельный ряд перекомпануемого сменного оборудования для широкого круга работ на базе экскаватора-погрузчика компании JCB (<https://Ekskavatory-pogruzchiki-navesnoe-oborudovanie>).

**Методы.** На сегодня, для целого ряда производственно-технологических машин, одним из перспективных направлений, позволяющее реализовать в одном проекте гамму достоинств узкоспециализированных технологических машин и широту функциональных возможностей сменных рабочих органов, является концепция реконфигурируемых производственных систем (Reconfigurable manufacturing systems-RMS) [8, 9,10,11].

При разработке Концепции перекомпоуемых производственных систем (ППС) за основу приняты следующие положения: переналаживаемость архитектуры, высокая гибкость, модульность структуры, интегрируемость, обратимость, диагностируемость, настраиваемость и масштабируемость [12].

Такой подход позволил успешно применить его в станкостроении, преобразовать гибкие производственные системы и перевести их на более высокий уровень развития в направлении создания реконфигурируемых производственных систем (РПС). Результат такой интеграции предлагается рассматривать как переход от стационарных станочных систем с жесткой компоновкой к рабочим позициям с переменной компоновкой (ПРП), которые более адаптивны к требованиям заказчиков в условиях номенклатурного производства. Основой функционирования ПРП является- перекомпануемость, изменение конфигурации и архитектуры основных и вспомогательных узлов, переменная во времени организация кинематических связей и кинематических структур, процессов управления.

В рамках ППС уделяется большое внимание вопросу надежности путём автоматической смены узлов технологического оборудования [12], на основе наличия модульного устройства базирования и крепления (МУБК), продолжительности перекомпанования рабочей позиций технологического оборудования, алгоритма функционирования ПРП в многономенклатурном производстве.

**Результаты и обсуждение.** Представление структуры машины модульного вида и классифицируя его исполнение по уровням, позволило авторам предложить новую конструкцию МУБК (рисунок 2).

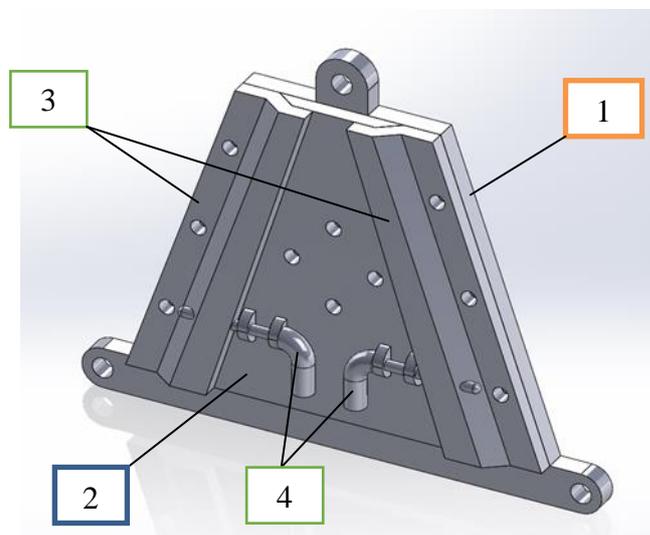


Рисунок 2. Предлагаемая конструкция межмодульного устройства базирования и крепления

Предлагаемое устройство базирования и крепления состоит из планки 1 и закреплённых на ней двух пластин 3, а также планки 2. Планка 1 посредством трех болтов крепится к сменному рабочему органу. Планка 2 посредством четырёх болтов крепится к манипуляционному модулю, который в свою очередь, устанавливается на колёсной базе. Планка 2 посредством манипуляционного модуля входит под пластины 3 и фиксируется относительно планки 1 посредством замков 4.

Рассмотрена возможность использования предлагаемой конструкции МУБК применительно к ковшам погрузчика Bobcat, при этом параметры ковша колёсных мини-погрузчиков (Таблицы 1 и 2) определены по источнику [7].

Таблица 1. Параметры ковша погрузчика Bobcat

	Характеристика					
1	Номинальная грузоподъёмность, кг	343	697	1051	1404	1758
2	Высота подъёма, м	2399	2714	3028	3343	3657
3	Рабочая масса погрузчика, кг	1268	2086	2904	3722	4540

Таблица 2. Размеры ковша колёсных мини-погрузчиков

Режим работы	Нормальный	Нормальный	Тяжелые условия работы в промышленности /строительстве	Нормальный
Масса, ковша, кг	160	213	309	351
Объём ковша,	272	396	580	700
Длина ковша, мм	1270	1727	1880	2255
Высота ковша, мм	545	545	612	618,2
Масса груза с ковшом, кг	500	750	1000	1500

Расчёт на прочность основных элементов МУБК предположительно изготовленных из низколегированной конструкционной Стали 10ХСНД, широко применяемой для изготовления сварных конструкций, произведён на основе САПР системы Программного обеспечения «SolidWorks».

Параметры взятой за основу расчётной схемы по рисунку 3 приняты исходя из размеров параметров ковшей погрузчиков, производимых компанией BobCat, по таблицам 2 и 3, где  $L$  и  $H$ , соответственно, ширина и высота ковша,  $l_{o1}$ - расстояние по горизонтали от вертикальной оси ковша до точки крепления планки 1 по рисунку 3 к ковшу, а  $l_{o2}$  – плечо приложения усилия  $P_1$ .

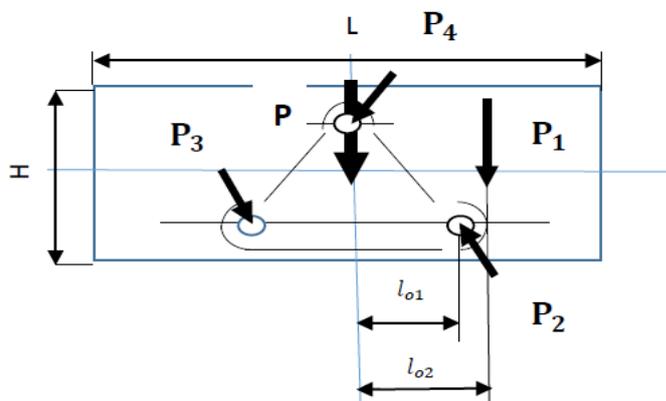


Рисунок 3. Расчётная схема МУБК

Максимальное вертикальное усилие  $P$  сдвигающее ковш относительно планки 1, это нагрузка, определяемая массой ковша и массой перемещаемого груза, при стандартном заполнении ковша,  $P_1$ –нагрузка от неравномерности положения груза на ковше, усилия  $P_2$ ,  $P_3$  и  $P_4$ –усилия в болтовых соединениях крепежа планки 1 к ковшу.

Результаты расчётов визуализированы в виде диаграмм напряжения, перемещения и деформации основных 4 элементов МУБК и представлены на рисунках 4, 5 и 6 для пластины 3, как наиболее напряженного элемента МУБК.

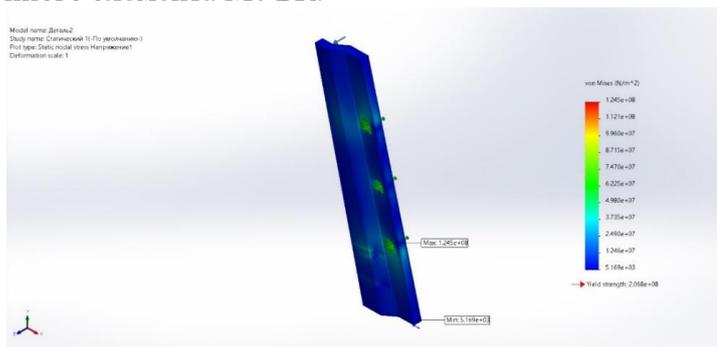


Рисунок 4. Визуализированная диаграмма напряжения пластины 3 МУБК

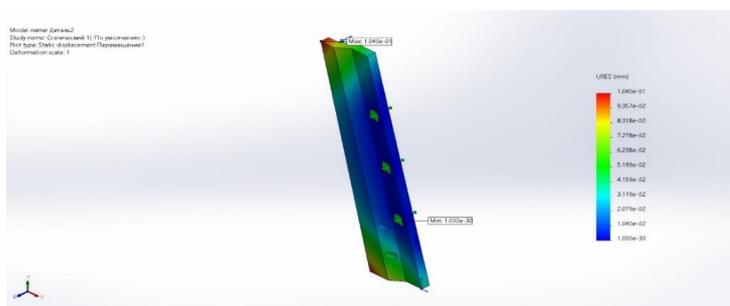


Рисунок 5. Визуализированная диаграмма перемещений пластины 3 МУБК

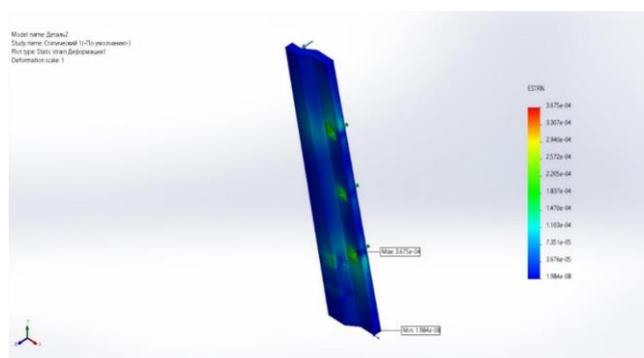


Рисунок 6. Визуализированная диаграмма деформаций пластины 3 МУБК

Для целого ряда производственно-технологических машин, в том числе, используемых при садово-парковом и ландшафтном строительстве, одним из перспективных направлений является построений структуры машины на модульной основе. Обеспечение быстроты рабочих органов технологических машин модульного типа успешно реализуется путём использования межмодульного устройства базирования и крепления. Рассматриваемая авторами конструкция МУБК проверена на совместимость с параметрами ковшей, производимых компании BobCat, и прочность.

**Выводы.** В предлагаемом авторами МУБК максимально напряженное состояние испытывают пластины 3, параметры которых и являются определяющими по условию прочности. Оптимизация параметров МУБК необходима для каждого рядового ковша в отдельности из условий прочности.

Проведенный прочностной анализ позволил установить, что при изготовлении планок 1, 2 и пластин 3 прочностные характеристики не превышают предельно допустимые, что позволяет заключить, что предлагаемое МУБК позволяет оптимизировать параметры с габаритными размерами ковшей компании BobCat.

## Список использованных источников

1. Гуцелюк Н.А., Спиридонов С.В. Технология и система машин в лесном и садово-парковом хозяйствах. Учеб.пособие для ВУЗов.-СПб.: ПРОФИКС, 2008.-696 с.
2. Ильин Г.П. Тракторы и автомобили в лесном хозяйстве и зеленом строительстве. Учеб.пособие для вузов // М.: Высшая школа, 1977.-232 с.
3. Винокуров В.Н., Силаев Г.В., Золотаревский А.А. Машины и механизмы лесного хозяйства и садово-паркового строительства. // М.: Издательский центр «Академия», 2004.-400 с.
4. Кухарь И.В. Машины и механизмы садово-паркового и ландшафтного строительства// Учеб. Пособие для студентов. Красноярск: СибГТУ, 2006.-124 с.
5. Джундибаев В. Е., Мамбетов Д.М., Кожай-Ахметов Ш.Б. Оптимизация городского специального транспорта в условиях г.Нур-Султан./ Сб.материалов VIII Международной науч.-практ. конференции: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», Нур-Султан, 19.03.2021, с.48-50.
6. Джундибаев В.Е., Касымов У.Т., Мамбетов Д.М., Ахметов К.Т., Мурзабеков Д.Н. Отчет о научно-исследовательской работе «Обеспечение быстрой сменяемости рабочих органов технологических машин городских служб, строительного-дорожной и сельскохозяйственной отраслей (Заключительный) // МРНТИ 55.03.14; 55.53.03; 55.55.29; 55.55.31; 55.57.35; 55.57.40. № гос.регистрации 0122РКИ0196, инв.№ 022РКИ0268.
7. Джундибаев В.Е., Сазамбаева Б.Т., Тогизбаева Б.Б., Маханов М.М. Создание автоматизированного банка данных (электронного паспорта) промышленного транспорта, на примере ленточного конвейера // Сб.материалов VIII Международной научно-практической конференции: «Актуальные проблемы транспорта и энергетики: пути их инновационного решения», Нур-Султан, 2020, с 177-181
8. Царёв А.М. Перекомпауемые производственные системы реконфигурируемого производства. Обеспечение жесткости автоматически сменных узлов призматической формы. /моногр./ А.М.Царёв, Д.Г.Левашкин.-М.: Компания Спутник +, 2007.-303 с. JSBN 978-5-364-007-79-7/ ББК-К5-5-05, К0630.2-52-125.41.
9. Koren Y., Heisel U., Jovane F., Moriwaki T., Pritchow G., Van Brussel H., Ulsoy. A.G. Reconfigurable manufacturing systems// CIRP Annals, 1999.-Vol.48.-No.2.
10. Mehrabi M.G.. Reconfigurable Manufacturing Systems: Key to Future Manufacturing/M.G. Mehrabi, A.G.Ulsoy, Y.Koren//Journal of Intelligent Manufacturing. Springer Science + Business Media B.V., Formerly Kluwer. Academic Publishers B.V.-2000-Vol.11, №11.-P.403-419.
11. Царёв А.М. Перекомпауемые производственные системы- перспективное направление развития машиностроения// Тольятти: Изд-во ТГУ, 2007.-156 с ББК К5-5-05.
12. Горшков Б.М. и др. //Горшков Б.М., Самохина Н.С., Бобровский Н.М., Полянков Ю. В., Худобин Л.В., Савельев А.В., Епифанов В.В., Денисенко А.Ф.// Обзор исследований в области реконфигурируемых производственных систем// «Машиностроение и машиноведение», Известия Самарского научного центра Российской академии наук, т.21, №5,2019. С.52-56.

## Онлайн ресурсы

1. <https://www.bobcat.com/cis/ru/loaders/skid-steer-loaders/models/s530/attachments-accessoires>.
2. [https://www.skl.ru/catalog/dopolnitel\\_noe\\_oborudovanie/navesnoe\\_oborudovanie\\_JCB/](https://www.skl.ru/catalog/dopolnitel_noe_oborudovanie/navesnoe_oborudovanie_JCB/)
3. <https://lonmadi.ru/catalog/jcb/navesnoe-oborudovanie/>