

УДК 629.113

П.П. Зубов, В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, В.В. Беляков, В.Е. Колотилин, А.А. Куркин

ОБЗОР СУЩЕСТВУЮЩИХ КОНСТРУКЦИЙ СОЧЛЕНЕННЫХ ГУСЕНИЧНЫХ МАШИН И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫБОРУ ИХ ПАРАМЕТРОВ

Нижегородский государственный технический университет им Р.Е. Алексева

В статье выполняется обзор компоновочных и конструкционных схем сочлененных гусеничных машин. Рассматриваются зависимости и делаются выводы о влиянии грузоподъемности на мощность двигателя и скорость движения сочлененных гусеничных машин, которые обуславливают их подвижность, производительность и эффективность. Приводится блок-схема методики рационального выбора типа машины, систем управления маневренностью, обеспечение общей потребной мощности, грузоподъемности, максимальной скорости движения.

Ключевые слова: сочлененная гусеничная машина, поворотное-сцепное устройство, поворотное-седельный механизм, условия эксплуатации снег, подвижность транспортно-технологических машин.

Выполнение функциональных задач транспортно-технологическими и специальными машинами в ряде отраслей реального сектора экономики, а также при решении специфических оперативно-тактических проблем специальных и силовых служб в большинстве случаев связано с их эксплуатацией на временных дорогах или в условиях бездорожья.

Появление новых, более энергонасыщенных многооперационных машин позволяет механизировать большинство работ в отраслях лесного, сельского хозяйства, нефтегазового и горнодобывающего комплексов и других направлениях национальной экономики и безопасности. Применение *сочлененных транспортно-технологических систем* является одним из перспективных направлений в решении многих задач, возникающих при эксплуатации транспортных и технологических комплексов в условиях бездорожья и особенно периоды зимы и распутицы, а также в других специфических условиях их функционирования.

Сочлененная гусеничная машина (СГМ) - частный случай сочлененной транспортной системы (СТС) [1]. Последнее понятие очень широко и включает в себя целый спектр транспортных и технологических машин, а также транспортно-технологических комплексов, имеющих, как минимум, две секции, соединенные между собой шарниром с одной или более степенями свободы.

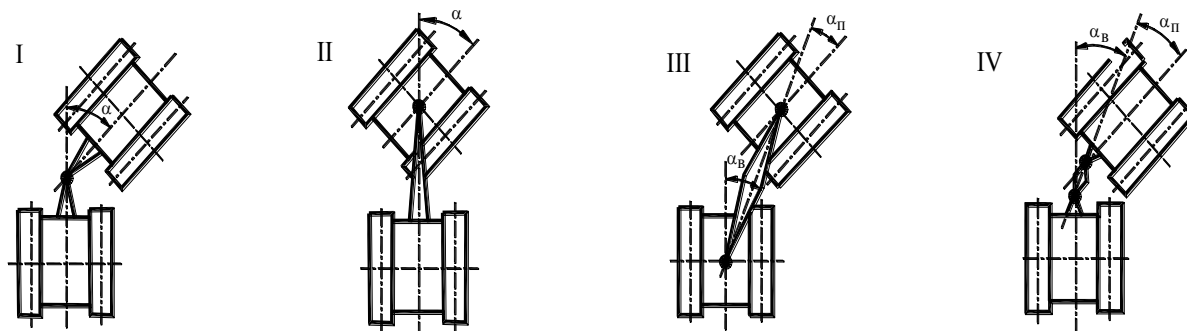


Рис. 1. Классификация СГМ:

I – одношарнирная симметричная (прицепная) СГМ; II – одношарнирная седельная СГМ; III – двухшарнирная (вагонная) СГМ; IV – двухшарнирная СГМ с промежуточным звеном

На сегодняшний день существует не так много технической и специальной литера-

туры описывающей СГМ. В первую очередь это книги, изданные производителями машин данного типа [2, 3]. Также есть ряд диссертаций, посвященных исследованию СГМ [4, 5, 6]. Некоторые аспекты выбора параметров двигателей для этих машин представлены в работах [7, 8].

За основу классификации СГМ принимается количество и расположение шарнирных точек сцепки [9] (рис. 1).

В настоящее время существуют несколько схем СГМ, которые представлены на рис. 2 [2]. Каждый из этих вариантов обладает своими недостатками и достоинствами. В рамках данной статьи рассматриваются подходы к выбору рациональных параметров СГМ на начальной стадии проектирования.

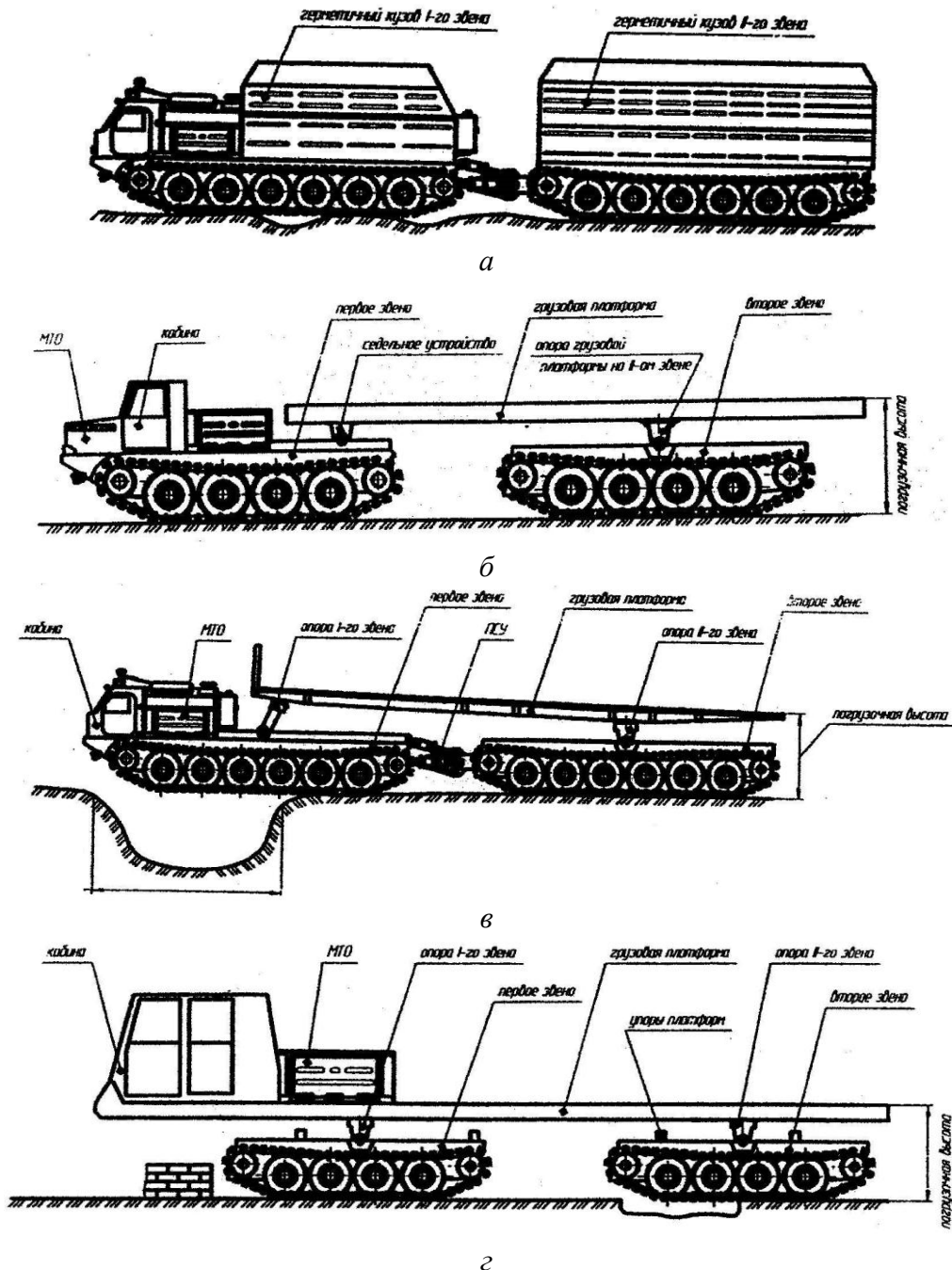


Рис. 2. Схемы известных в настоящее время СГМ:

а - одношарнирная прицепная СГМ; б - одношарнирная седельная СГМ;
в - прицепная (платформенная) СГМ; г - седельная двухшарнирная (вагонная) СГМ

Криволинейное движение машин данного класса осуществляется при помощи поворотно-сцепного устройства (ПСУ) или поворотно-седельного механизма (ПСМ). Первый тип поворотного устройства должен обеспечивать складывание звеньев в трех плоскостях: в горизонтальной, продольной вертикальной (режимы: амортизаторов; принудительного складывания, в заблокированном состоянии), поперечной вертикальной. Конструкция ПСУ во многом зависит от предпочтений конструктора, габаритных размеров, требований к СГМ по профильной проходимости, конструкционных ограничений.

При создании сочлененных транспортных средств следует руководствоваться основным практическим опытом конструирования существующих машин. В настоящее время основными производителями машин данного типа являются следующие организации (рис. 3): ОАО МК «Витязь», «Заволжский завод гусеничных тягачей», ЗАО «Транспорт», ООО «Завод Вездеходных Машин», ООО «ТрансМаш», ООО ЕЗСМ «Континент», Foremost Industries LP (Канада), АВ Haeagglunds (Швеция).



Рис. 3. Основные производители СГМ

По результатам обработки параметров основных характеристик СГМ были получены зависимости и сделаны выводы о влиянии грузоподъемности на мощность двигателя и скорость движения.

На рис. 4 и рис. 5 видно, что точки сгруппированы характерным образом. Можно выделить три группы: 1- СГМ с ПСУ между секциями; 2 – СГМ с одной рамой, в основном для перевозки длинномерных грузов; 3 – СГМ специального назначения (выполняют широкий спектр технологических и специальных операций). На основании этих зависимостей можно выбирать параметры машины.

Для групп 1 и 2 будут справедливы следующие зависимости для определения соотношения мощности двигателя и грузоподъемности соответственно: $P_e = 50 G + 66$ и $P_e = 5,8 G + 250$.

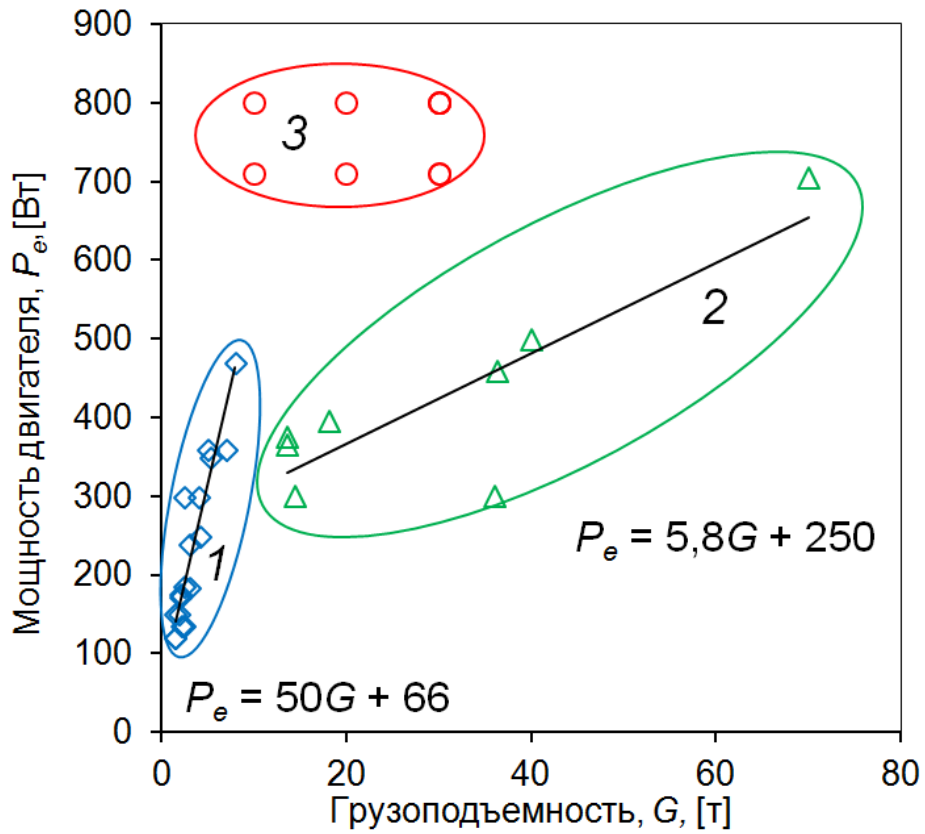


Рис. 4. Мощность двигателя СГМ от грузоподъёмности

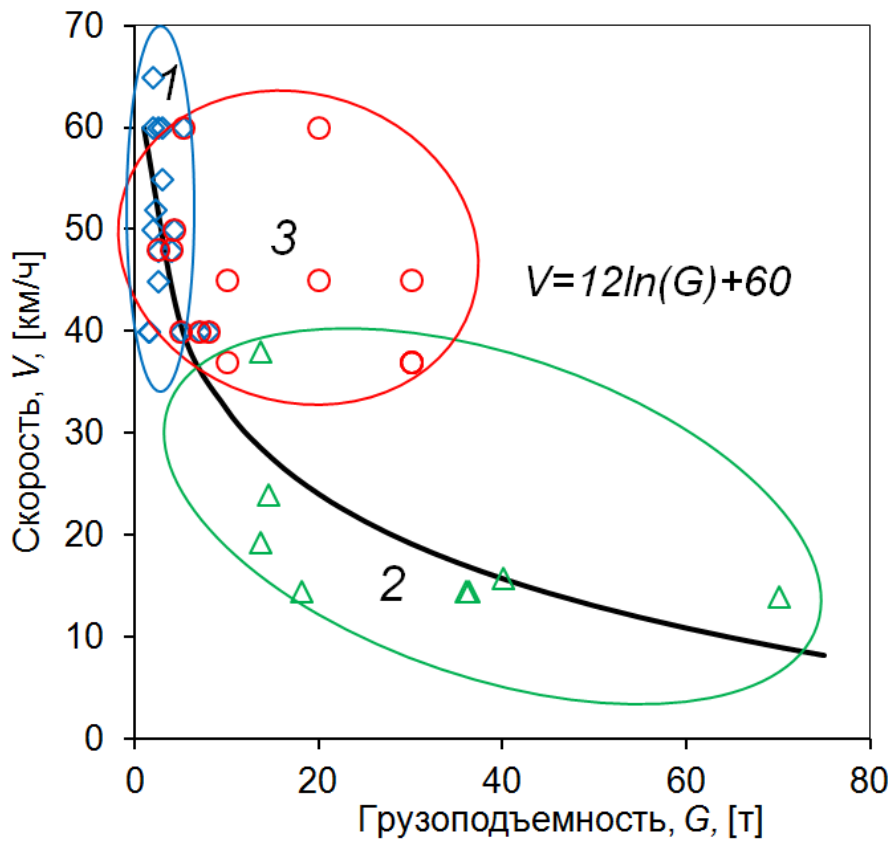


Рис. 5. Скорость движения от грузоподъёмности

Характеристики энерговооруженности и максимальной скорости функции грузоподъёмности СГМ показывают, что сегодня невозможно создать оптимальную сочлененную транспортную систему в отношении грузоподъёмности и подвижности как на дорогах, так и вне дорог. Это обусловлено отсутствием научно-обоснованной методики для целей конструирования.

Для групп 1 и 2 будет справедлива следующая зависимости для определения соотношения максимальной скорости движения от грузоподъёмности: $V = 12 \ln G + 60$.

На рис. 6, в виде блок-схемы представлена методика рационального выбора параметров поворотно-сцепного устройства СГМ. Длины частей ПСУ, расположение шарнирной точки поворота относительно центра ПСУ, расположение шарнира вертикального складывания и др. (в соответствии с рис. 6) определяются в результате решения задачи, заключающейся в поиске рациональных параметров, обеспечивающих требуемые показатели подвижности [10, 11] машины, в том числе: проходимости, маневренности, плавности хода и эффективности СГМ. При этом предполагается использование специальных математических моделей, представленных в работах [12–22], которые описывают различные условия эксплуатации транспортно-технологических машин, в том числе СГМ. Полученные параметры являются исходными данными для определения параметров гидроцилиндров поворота (из потребных сил тяги при поворотах) и гидроцилиндра вертикального складывания, расчета гидроаппаратуры, конфигурации рамы ПСУ.

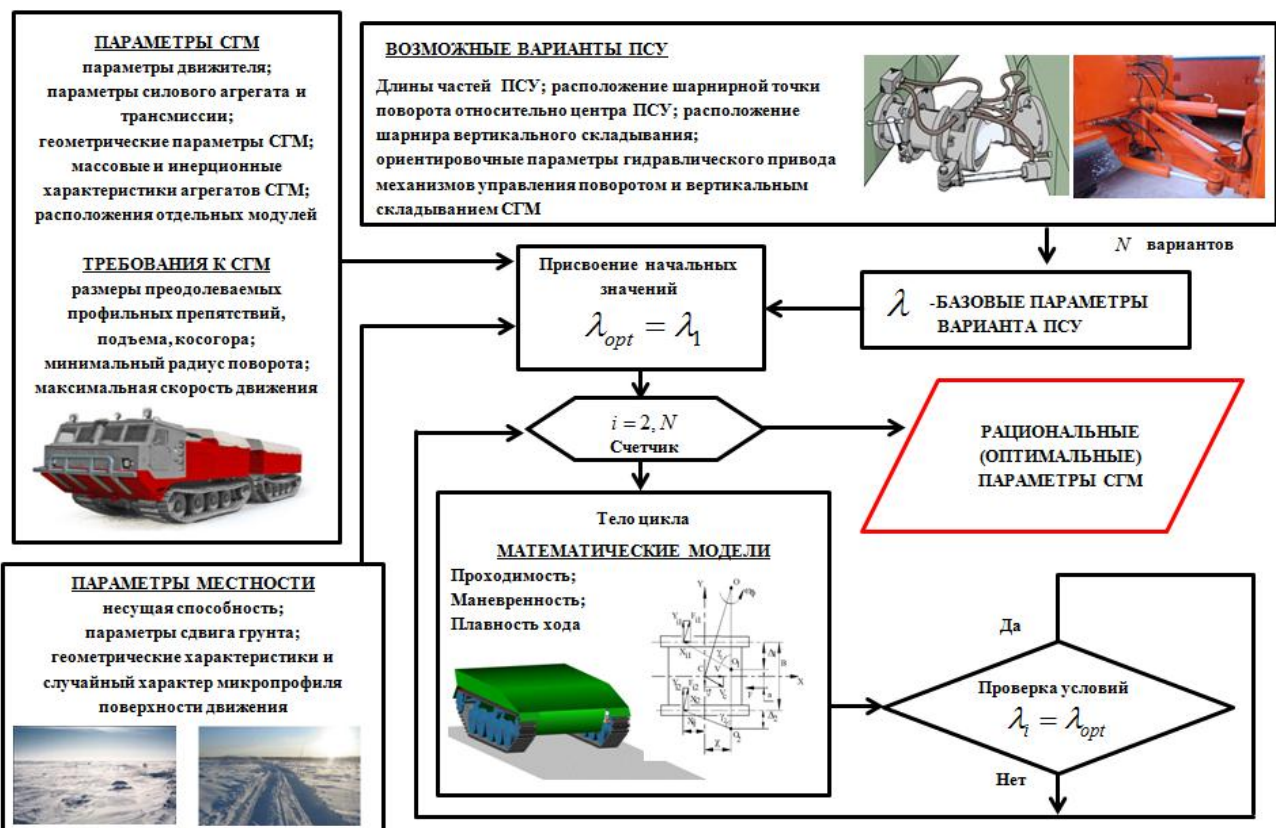


Рис. 6. Блок-схема выбора параметров СГМ

Таким образом, общие конструкционные решения СТС определяют выбор: типа СГМ, систем ПСУ и ПСМ, схем раздачи мощности по модулям, обеспечения потребной мощности, грузоподъёмности, максимальной скорости движения, что обуславливает подвижность, производительность и эффективность СТС.

Библиографический список

1. **Баженов, Е.Е.** Теория автомобиля и трактора / Е.Е. Баженов. – Екатеринбург: УГТУ-УПИ, 2000. – 125 с.
2. **Осколков, К.В.** Первые отечественные сочлененные гусеничные машины – двухзвенные транспортеры «Витязь» / К.В. Осколков. – Уфа: Слово, 2005. – 280 с.
3. **Веселов, Н.Б.** Вездеходные транспортно-технологические машины. Конструкции. Конструирование и расчет.
4. **Шмаков, А. Ю.** Прогнозирование характеристик криволинейного движения сочлененных машин: дисс. ... канд. техн. наук. – М.: МГТУ, 2000.
5. **Сарач, Е.Б.** Разработка научных методов создания комплексной системы подрессоривания высокоподвижных двухзвенных гусеничных машин: автореферат дисс. ... д-ра техн. наук.
6. **Баженов, Е.Е.** Разработка научных методов прогнозирования эксплуатационных свойств сочлененных наземных транспортно-технологических машин. дисс. ... на соискание ученой степени д-ра техн. наук. – Н. Новгород, НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2010.
7. **Куляшов, А.П.** Экологичность движителей транспортно-технологических машин / А.П. Куляшов, Е.В. Колотилин. – М.: Машиностроение, 1993. – 203 с.
8. Вездеходные транспортно-технологические машины Основы теории движения / В.В. Беляков [и др.]; под общ. ред. В. В. Белякова и А. П. Куляшова. – Н. Новгород, 2004.
9. **Фаробин, Я.Е.** Теория поворота транспортных машин / Я.Е. Фаробин. – М.: Машиностроение, 1970. – 276 с.
10. **Беляков, В.В.** Концепция подвижности наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 3 (100). С. 145–174.
11. **Беляков, В.В.** Подвижность наземных транспортно-технологических машин / В.В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2013. № 4. С. 72–77.
12. **Макаров, В.С.** Многоуровневая модель снега как полотна пути для транспортно-технологических машин на примере территории Российской Федерации / В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, В.В. Беляков // Фундаментальные исследования. 2013. № 10–2. С. 270–276.
13. **Вахидов, У.Ш.** Математическое описание дорог типа «stone-road» / У.Ш. Вахидов, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 3. С. 151.
14. **Вахидов, У.Ш.** Определение характеристик микропрофиля в поймах рек северного кавказа / У.Ш. Вахидов, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Интеллектуальные системы в производстве. 2011. № 1. С. 82–88.
15. **Макаров, В.С.** Определение характеристик микропрофиля дорог, предназначенных для движения транспортно-технологических машин / Макаров [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2012. № 5. С. 113.
16. **Макаров, В.С.** Характер изменения снежного покрова как полотна пути с учетом неравномерности его залегания на местности / В.С. Макаров [и др.] // Современные проблемы науки и образования. 2013. № 4. С. 33.
17. **Гончаров, К.О.** Проведение замеров микропрофиля поверхности движения типа ровное поле / К.О. Гончаров, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Леса России и хозяйство в них. 2012. Т. 1–2. № 42–43. С. 29–30.
18. **Макаров, В.С.** К вопросу выбора экспериментальных данных для составления статистических моделей снежного покрова как полотна пути для транспортно-технологических машин / В.В. Беляков [и др.] // Труды НГТУ им. Р.Е. Алексеева. 2014. № 1 (102). С. 136–141
19. **Макаров, В.С.** Снег как полотно пути для транспортных средств / В.С. Макаров, Д.В. Зезюлин, В.В. Беляков // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2014. № 4. С. 21–24.
20. **Редкозубов, А.В.** О целесообразности моделирования дорог при помощи фрактального исчисления / А.В. Редкозубов, В.С. Макаров, В.В. Беляков // Леса России и хозяйство в них. 2012. Т. 1–2. № 42–43. С. 87–88.
21. **Беккер, М.Г.** Введение в теорию систем местность – машина / М.Г. Беккер. – М.: Машиностроение, 1973.

22. **Забавников, Н.А.** Основы теории транспортных гусеничных машин / Н.А. Забавников. – М.: Машиностроение, 1967.

*Дата поступления
в редакцию 29.04.2015*

P.P. Zubov, V.S. Makarov, D.V. Zeziulin, V.V. Belyakov, V.E. Kolotilin, A.A. Kurkin

**OVERVIEW OF EXISTING STRUCTURES OF ARTICULATED TRACKED VEHICLES
AND ADVICE IN CHOOSING THEIR PARAMETERS**

Nizhny Novgorod state technical university n.a. R.E. Alexeev

Subject/topic/purpose: Review of configuration schemes and designs of articulated tracked vehicles is carried out in this paper.

Methodology of work: Associated with the experimental data.

Results/application:

Dependencies between carrying capacity and engine power (and speed of movement) of articulated tracked vehicles are presented. These parameters define vehicle mobility, performance and efficiency.

Findings: Methodology of choice of a rational type of vehicle, its control systems of maneuverability, engine power, load capacity, maximum speed is presented in this paper.

Key words: articulated tracked vehicle, coupling device, operating conditions, snow, mobility of transportation and technological vehicles.