

8. Рябов И. М., Чернышов К. В., Пылинская Т. В., Гасанов М. М., Абдулаев М. Ш., Гечекбаев Ш. Д. Математическое моделирование пневматической подвески транспортного средства с упругодемпфирующим приводом регулятора статического положения // Современные технологии. Системный анализ. Моделирование. – 2009, № 3 – С. 143–147.

9. Каталог пневмоподушек, пневморессор для грузовых автомобилей европейского производства Vibracoustic, Contitech, Firestone, Goodyear, Pirelli, Dunlop, Phoenix [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.mmdavto.com/catalog.php?page=6>. – Дата доступа 30.08.2023.

10. ГОСТ 31191.1-2004 (ИСО 2631-1:1997) Вибрация и удар. Измерение общей вибрации и оценка ее воздействия на человека. Часть 1. Общие требования. – М.: Стандартинформ, 2010. – 28 с.

11. Об утверждении Санитарных норм и правил [Электронный ресурс]: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь, 26 дек. 2013 г., № 132 // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W21428310p&p1=1>. – Дата доступа: 30.08.2023.

Поступила 02.11.2023

УДК 629

Гордейчик А. А., Шелковский Н. Г.

## ОБЗОР СОВРЕМЕННЫХ КОНСТРУКЦИЙ СНЕГОУПЛОТНИТЕЛЬНЫХ МАШИН И ПЕРСПЕКТИВЫ ИХ РАЗВИТИЯ

ОАО «Минский тракторный завод», Минск, Беларусь

*В докладе раскрыта формулировка слова ратрак, представлена история создания ратрака, а также представлен мировой рынок ратраков на данный момент. Частью доклада является краткое описание устройства и основные технические характеристики машины снегоуплотнительной «BELARUS» МСУ-108, разработанной ОАО «МТЗ», предназначенной для подготовки лыжных трасс на спортивных объектах, в горнолыжных комплексах и зонах отдыха.*

Ратрак [1] – (снежный тягач, амер. snowcat) специальное транспортное средство на гусеничном ходу, используемое для подготовки горнолыжных склонов и лыжных трасс. Такие машины относятся к категории узкоспециализированной спецтехники, могут использоваться для транспортировки грузов, перевозки людей (рис. 1), а также при спасательных работах в соответствующей местности.



Рис. 1. Ратрак с установленной кабиной для перевозки людей

Машина достаточно тяжелая, но давление ее на снежную поверхность составляет не более  $0,05 \text{ кг} / \text{см}^2$ . Дело в том, что на машине устанавливаются гусеницы шириной

800–1500 мм, состоящие из параллельных армированных резиновых лент, к которым присоединены мощные поперечные планки – грунтозацепы (на некоторых моделях устанавливаются шипы для работы на обледенелых участках). Ратрак обладает высокой проходимостью – гусеницы практически не проскальзывают, и ратрак может подниматься по склону крутизной в 45–50 градусов. Правда, для покорения крутых склонов придется воспользоваться гидравлической лебедкой (рис. 2), которая тянет трос синхронно с движением гусениц.



Рис. 2. Ратрак с гидравлической лебедкой

Первые ратраки появились в 1930 году на территории США. Изобретателем этой машины считается американец Э. Трак. Первая модель комплектовалась двумя гусеницами и 2 лыжами спереди [2], предназначалась для перевозки людей по глубокому снегу и уплотнения снега (рис. 3). Через 21 год с момента создания прототипа, конструктор получил патент на другую снегоходную машину, оборудованную уже четырьмя гусеницами (рис. 4).



Рис. 3. Первая модель ратрака



Рис. 4. Ратрак с 4-мя гусеницами

Первые ратраки были импортированы из США в Европу в 1954 году и мгновенно доказали свою эффективность, стремительный взлет популярности курорта Куршевель тому наилучшее доказательство. И начался буквально взрывной рост интереса к такой технике – к производству подключаются ведущие производители, появляется множество мелких фирм, делающих навесное оборудование и гидравлику.

В итоге Prinoth, Kässbohrer, Bombardier, Logan Machine Company (LMC), Formatic, Snow Trac, Thiokol, Tucker, Ohara, Scot-Trac, VMC/UTV, Sure Trac, Aztec, Foremost, SAS и другие начинают обеспечивать весь континент первоклассными машинами для подготовки горнолыжных склонов.

В 1962 году Prinoth выпускает первый прототип P-60, а уже два года спустя с конвейера сошел серийный ратрак Prinoth (рис. 5). Столь же стремительным был взлет Kässbohrer, чьи ратраки PistenBully появились на склонах в 1969 году (рис. 6).



Рис. 5. Серийный ратрак Prinoth



Рис. 6. Серийный ратрак PistenBully

Сегодня рынок ратраков представлен следующими производителями:

**1. Prinoth [3] (Штерцинг, Италия).** Один из ведущих мировых производителей сельскохозяйственного оборудования, лесозаготовительной техники, карьерных вездеходов и ратраков. На данный момент в линейке компании – 7 различных моделей [4], мощностью от 170 кВт/231 л. с. (рис. 7) до 390 кВт/530 л. с. (рис. 8).



Рис. 7. PrinothHUSKY с двигателем MTU 4R 1000 OM 934  
170 кВт/231 л. с.



Рис. 8. PrinothLEITWOLFX с двигателем MTUR 6R 1300  
390 кВт/530 л. с.

**2. PistenBully [5] (Лаунхайм, Германия).** Торговая марка компании Kässbohrer Geländefahrzeug, как и Prinoth, производит множество гусеничных вездеходов на все случаи жизни, но наиболее известны именно ратраки этой марки. Четыре линейки, предназначенные для различных целей, причем одна, например, для разравнивания снежных покрытий внутри помещений, суммарно 20 моделей с мощностью от 188 кВт/256 л. с. (рис. 9) до 450 кВт/612 л. с. (рис. 10).



Рис. 9. PistenBully 100 с двигателем CuminsB 6.7  
мощностью 188 кВт/256 л. с.



Рис. 10. PistenBully 800 с двигателем MAND38  
мощностью 450 кВт/612 л. с.

**3. Ohara [6] (Ниигата, Япония).** Японская компания, производящая оборудование для переработки отходов, генераторы, технику для добычи нефти и газа, а также – ратраки и арктические вездеходы. В линейке ратраков всего четыре модели с мощностью от 205 кВт/279 л. с. до 400 кВт/544 л. с. (рис. 11).



Рис. 11. Ohara Fuzin с двигателем Caterpillar C13  
мощностью 400 кВт/544 л. с.

**4. Favero Lorenzo [7] (Тревиньяно, Италия).** Не очень крупный, но заметный на мировом уровне итальянский производитель снегоходов и ратраков. У нас широко известна торговая марка Favero Lorenzo Snow Rabbit, одних из самых компактных и бюджетных ратраков на рынке. В линейке всего две модели мощностью 84 кВт/114 л. с. (рис. 12) и 100 кВт/136 л. с.



Рис. 12. Favero Lorenzo Snow Rabbit 3 с двигателем VMOTORIR754 IE5 / EU6C мощностью 84 кВт/114 л. с.

Машина снегоуплотнительная (ратрак) «BELARUS» МСУ-108 (рис. 13) предназначена для подготовки лыжных трасс на спортивных объектах, в горнолыжных комплексах и зонах отдыха.



Рис. 13. Машина снегоуплотнительная «BELARUS» МСУ-108 с двигателем Д-245.35Е4 мощностью 130 кВт/177 л. с.

Машина снегоуплотнительная «BELARUS» МСУ-108 имеет следующие параметры:  
 – двигатель Д-245.35Е4, экологического стандарта ЕВРО-4, мощностью 177 л. с. (прошел приемочные испытания двигатель Weichai WP4.6NG210E301 мощностью 209 л. с.);

- гидрообъемная трансмиссия;
- гусеничный движитель с гусеницей шириной 820–1100 мм и механическим натяжителем гусениц;
- резино-жгутовая подвеска;
- 12-типозиционный поворотный отвал шириной 3330 мм;
- снегоуплотнительное оборудование шириной 4200 мм, с фрезой 2600 мм и двухполосной системой нарезания лыжни;

- электронная система управления, круиз-контроль, бортовая система диагностики;
- двухместная кабина, с подогревом стекол, зеркал и сидений;
- гидравлический подъем кабины и кузова.

Ниже (табл. 1) приведено сравнение машины снегоуплотнительной «BELARUS» МСУ-108 с аналогами.

Система управления ратраком играет важную роль в оптимизации работы машины, повышении производительности и обеспечении безопасности.

Система управления ратраком обычно включает в себя несколько компонентов, которые работают вместе для обеспечения точного управления и маневренности ратрака.

Система управления машины снегоуплотнительной (ратрака) «BELARUS» МСУ-108 состоит из следующих подсистем:

- рулевое управление (осуществляется с помощью штурвала);
- гидравлическая система (используется для управления различными функциями ратрака, такими как подъем и опускание оборудования, управление движением ратрака. Эта система управления работает на основе гидростатической трансмиссии, о которой я упоминал ранее);
- система контроля и информации (контролирует различные аспекты работы ратрака. Система включает в себя дисплей, который показывает информацию о скорости, температуре, давлении и других важных параметрах);
- управление двигателем (система контролирует подачу топлива, зажигание и другие параметры работы двигателя. Это позволяет обеспечить оптимальную производительность, надежность и экономию топлива).

Таблица 1 – Сравнение машины снегоуплотнительной «BELARUS» МСУ-108 с аналогами

Модель ратрака	BELARUS МСУ-108	PISTEN BULLY 100	PRINOTH HUSKY
Масса эксплуатационная машины, кг	6450	5200	5800
Габаритные размеры машины, мм			
– длина	8265	8893	8590
– ширина	4200	3320	4095
– высота	2980	2500	2770
Мощность двигателя, кВт (л. с.)	130 (177)	188 (256)	170(231)
Скорость движения, км/ч	0–25	0–25	0–25
Максимальный угол подъема, град	30	30	30
Емкость топливного бака, л	130	130	150
Ширина отвала, мм	3330	3320	3250
Ширина фрезы (по финишерам), мм	4200	3200	4095
Система нарезания лыжни	двухполосная	двухполосная	двухполосная
Ширина гусеницы, мм	820–1100	800–1200	800–1500



Всего на машине установлено 3 блока управления (2 основных и 1 аварийный на случай выхода из строя 1 основного блока).

Автоматизации и использования систем управления ратраком имеет ряд преимуществ:

– снижение нагрузки на оператора. Оператор может использовать функции автоматического управления (круиз-контроль, плавающее положение оборудования) для выполнения сложных задач без необходимости постоянного ручного вмешательства;

– повышение безопасности. Такие функции как автоматическое отключение в случае перегрузки или автоматическое поднятие заднего навесного оборудования при включении заднего хода помогают предотвратить возможные аварийные ситуации и повреждения оборудования;

– раннее информирование. Система позволяет оператору отслеживать работу ратрака, контролировать ключевые параметры и предупреждать о возможных проблемах или поломках.

Популярность горнолыжного спорта неуклонно растет, и вместе с ней возрастает и необходимость в развитии специализированных решений, в том числе и ратраков. Ожидается, что количество горнолыжных курортов будет продолжать расти, что, в свою очередь, будет способствовать росту спроса на улучшения и инновационные решения в обработке снега.

Одной из перспектив развития ратраков может стать более широкое применение технологий автономного управления и дистанционного управления, которые позволят существенно повысить эффективность и безопасность процесса обработки снежной поверхности. Также возможно использование функций и компонентов «умного горнолыжного курорта», которые будут интегрированы в ратраки – обработка склонов будет выполняться с использованием данных, получаемых с датчиков и камер в режиме реального времени, что позволит получать более точную и полную информацию о состоянии трассы.

Также ожидается, что будут разрабатываться новые методы обработки и укладки снега, а также двигатели и компоненты ратраков, позволяющие снизить затраты на эксплуатацию и ремонт техники. Одно из перспективных направлений исследований – использование ратраков, работающих на электроэнергии и других альтернативных источниках энергии.

Таким образом, ожидается, что ратраки будут продолжать развиваться и интегрироваться в современную инфраструктуру горнолыжных курортов, позволяя обеспечивать все более высокий уровень комфорта и безопасности для посетителей.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Ратрак. – Режим доступа: <https://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B0%D1%82%D1-%80%D0%B0%D0%BA>.

2. История и эволюция ратраков. – Режим доступа: <https://sport-marafon.ru/article/istoriya-i-evolyutsiya-ratrakov/>.

3. Создатели ратраков. – Режим доступа: <https://novate.ru/blogs/190122/61888/>.

4. Prinoth каталог моделей. – Режим доступа: <https://www.prinoth-snowgroomers.com/>.

5. PistenBully каталог моделей. – Режим доступа: <https://www.pistenbully.com/en/snow-groomers>.

6. Ohara каталог моделей. – Режим доступа: <https://www.oharacorp.co.jp/en/products/snowvehicles/>.

7. Faverolorenzo каталог моделей. – Режим доступа: <https://www.faverosnowtech.com/en/>.

*Поступила 02.11.2023*