

Научная статья
УДК 004.942 (629.3)

**РАЗРАБОТКА ИМИТАЦИОННОЙ МОДЕЛИ ГИДРОПРИВОДА
УПРАВЛЕНИЯ НАВЕСНЫМ
ОБОРУДОВАНИЕМ ТРАКТОРА МТЗ (BELARUS) 82**

Владимир Викторович Побединский¹, Григорий Александрович Иовлев², Андрей Александрович Лазуков³, Александр Владимирович Андрианов⁴

¹ Уральский государственный лесотехнический университет, Екатеринбург, Россия

¹⁻⁴ Уральский государственный аграрный университет, Екатеринбург, Россия

¹ pobedinskii@m.usfeu.ru

² gri-iovlev@yandex.ru

³ lazukov@mail.com

⁴ alexandrwork@gmail.com

Аннотация. Рассмотрена проблема совершенствования гидропривода трактора. Цель работы заключалась в создании имитационной модели гидропривода управления навесным оборудованием трактора МТЗ BELARUS 82. Разработан алгоритм в программе визуально-блочного моделирования Simulink+Simscape, предназначенный для использования при проектировании конструкции гидросистемы трактора.

Ключевые слова: гидропривод, моделирование работы гидропривода, Simulink+Simscape

Для цитирования: Разработка имитационной модели гидропривода управления навесным оборудованием трактора МТЗ (BELARUS) 82 / В. В. Побединский, Г. А. Иовлев, А. А. Лазуков, А. В. Андрианов // Эффективный ответ на современные вызовы с учетом взаимодействия человека и природы, человека и технологий = Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : материалы XVII Международной научно-технической конференции. Екатеринбург : УГЛТУ, 2026. С. 415–420.

Original article

DEVELOPMENT OF A SIMULATION MODEL OF A HYDRAULIC DRIVE FOR CONTROLLING ATTACHED EQUIPMENT FOR THE MTZ TRACTOR (BELARUS) 82

Vladimir V. Pobedinsky¹, Grigory A. Iovlev², Andrey A. Lazukov³,
Alexander V. Andrianov⁴

¹ Ural State Forest Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹⁻⁴ Ural State Agrarian Engineering University, Ekaterinburg, Russia

¹ pobedinskii@m.usfeu.ru

² gri-iovlev@yandex.ru

³ lazukov@mail.com

⁴ alexandrwork@gmail.com

Abstract. The problem of improving the tractor's hydraulic drive has been considered. The purpose of this work was to create a simulation model of the hydraulic drive for controlling the attachments of the MTZ BELARUS 82 tractor. An algorithm has been developed in the Simulink+Simscape visual block modeling program, which can be used in the design of the tractor's hydraulic system

Keywords: hydraulic drive, hydraulic drive simulation, Simulink+Simscape

For citation: Razrabotka imitazionnoi modeli gidroprivoda upravleniia navesnum oborudovaniem traktora MTZ (BELARUS) 82. [Development of a simulation model of a hydraulic drive controlling attached for the MTZ tractor (BELARUS) 82] (2026) V. V. Pobedinsky, G. A. Iovlev, A. A. Lazukov, A. V. Andrianov. *Effektivnyi otvet na sovremennye vyzovy s uchetom vzaimodeistviya cheloveka i prirody, cheloveka i tekhnologii* [Effective reaction to modern challenges of the interaction between human and nature, human and technologies : materials of the XVII International Scientific and Technical Conference]. Ekaterinburg : USFEU, 2026. P. 415–420. (In Russ).

В настоящее время в лесной отрасли самой распространенной технологией становится сортиментная заготовка древесины с использованием системы машин «Харвестер-Форвардер». Но еще в 1990-х гг. и даже десять лет назад в Российской Федерации не было подобных машин отечественного выпуска. На сегодняшний день благодаря политике импортозамещения, а в первую очередь благодаря санкциям Запада, в России и странах СНГ появилась целая индустрия этих машин собственного производства.

Показательным примером является модельный ряд тракторов МТЗ BELARUS, первоначально предназначенный для агропромышленного комплекса. За короткий срок Минским заводом был освоен серийный выпуск целого модельного ряда универсальной лесной техники

«BELARUS» для лесозаготовительных и лесохозяйственных технологий [1], включающий следующие модели и модификации: BELARUS TTP-411, BELARUS TTP-411.1, BELARUS Л1221, МУЛ 1221 Belarus, МУЛ 82.2 Belarus, BELARUS Л82.2, BELARUS МЛХ-46, «BELARUS-SAMPO» МЛХ46, Belarus МПТ 461.1, Belarus Л952.4, BELARUS TTP-401M, МЛ 131 Belarus, BELARUS МЛПТ-344, BELARUS Л1221, BELARUS Л1221.1, BELARUS МПТ-471, BELARUS MM-2,0.

В сравнении с аналогами лесопромышленных стран эти машины не уступают, а по ряду технологических параметров для наших условий превосходят зарубежные. Они выполняют все операции лесосечных работ для сортиментов и хлыстов: любые виды рубок, трелевку, сбор сортиментов, штабелирование, формирование пачек. Выполняют работы в любых природно-климатических, грунтовых условиях, видах рельефа, атмосферных явлениях и пр.

При этом в сравнении с предыдущими, базовые модели МТЗ-82 или МТЗ-1221 имеют увеличенную мощность и более широкие технологические возможности, поскольку совмещаются практически с любым навесным оборудованием для тракторов в лесном, сельском хозяйстве, строительстве, коммунальной сфере. Как видим, именно большой перечень навесного оборудования, управляемый на всех моделях гидроприводом, является важнейшим условием применимости трактора.

Еще одним важным моментом в эволюции трактора МТЗ являются короткие сроки создания модельного ряда, что невозможно достичь без современных методов проектирования, в частности самого распространенного метода модельно-ориентированного проектирования. В настоящее время созданы компьютерные средства для реализации таких задач, например, приложение Simulink с библиотекой блоков Simscape системы MATLAB.

Таким образом, внедрение современных методов проектирования в конструкторскую практику и учебный процесс ВУЗов является актуальным направлением.

Таким образом, было создание имитационной модели гидропривода управления навесным оборудованием трактора МТЗ BELARUS в системе Simulink+Simscape.

В работе решались следующие задачи.

1. Разработать схему или физическую модель гидропривода.
2. Разработать моделирующий алгоритм программы работы гидропривода.
3. Реализовать алгоритм в программе визуально-блочного моделирования MATLAB, используя библиотеку физического моделирования Simscape.

Общий вид гидравлической системы привода навесного оборудования трактора МТЗ BELARUS приведен на рис. 1.

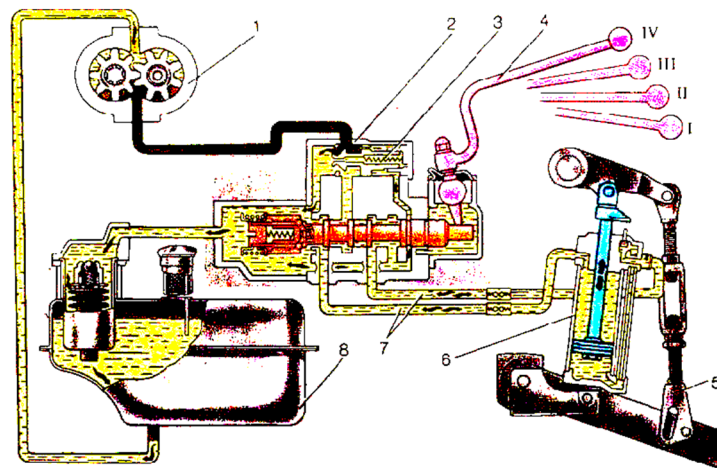


Рис. 1. Общий вид гидравлической системы привода навесного оборудования трактора МТЗ BELARUS 82: 1 – масляный насос; 2 – распределитель; 3 – перепускной клапан; 4 – рукоятка распределителя; 5 – механизм навески; 6 – силовой гидроцилиндр; 7 – маслопроводы; 8 – масляный бак; I – подъем; II – нейтральное; III – опускание принудительное; IV – плавающее

Общий вид может быть представлен в виде гидравлической схемы, которая показана на рис. 2.

Методы визуально-блочного моделирования MATLAB [2] позволяют совместить разработку моделирующего алгоритм программы с разработкой имитационной модели исследуемого объекта. В результате выполнения этих задач была получена имитационная модель гидропривода. Модель реализована в среде Simulink с использованием библиотеки физического моделирования Simscape, которая позволяет моделировать работу гидропривода, исследовать его поведение в зависимости от различных параметров гидросистемы, величины нагрузки, динамических воздействий, а с использованием специальных стендов с датчиками от реальных элементов гидросистем выполнять полунатурные эксперименты. Общий вид имитационной модели в Simulink+Simscape формате приведен на рис. 2.

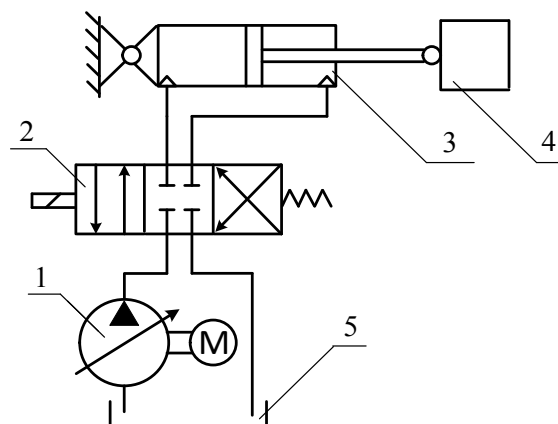


Рис. 2. Схема гидросистемы: 1 – масляный насос; 2 – 4-х ходовой гидрораспределитель; 3 – силовой гидроцилиндр; 4 – нагрузка от навесного оборудования на штоке гидроцилиндра; 5 – масляный бак

Результаты моделирования отображаются на экране электронного осциллографа, куда они поступают через блоки Goto и From (названия параметров указаны на блоках, рис. 3).

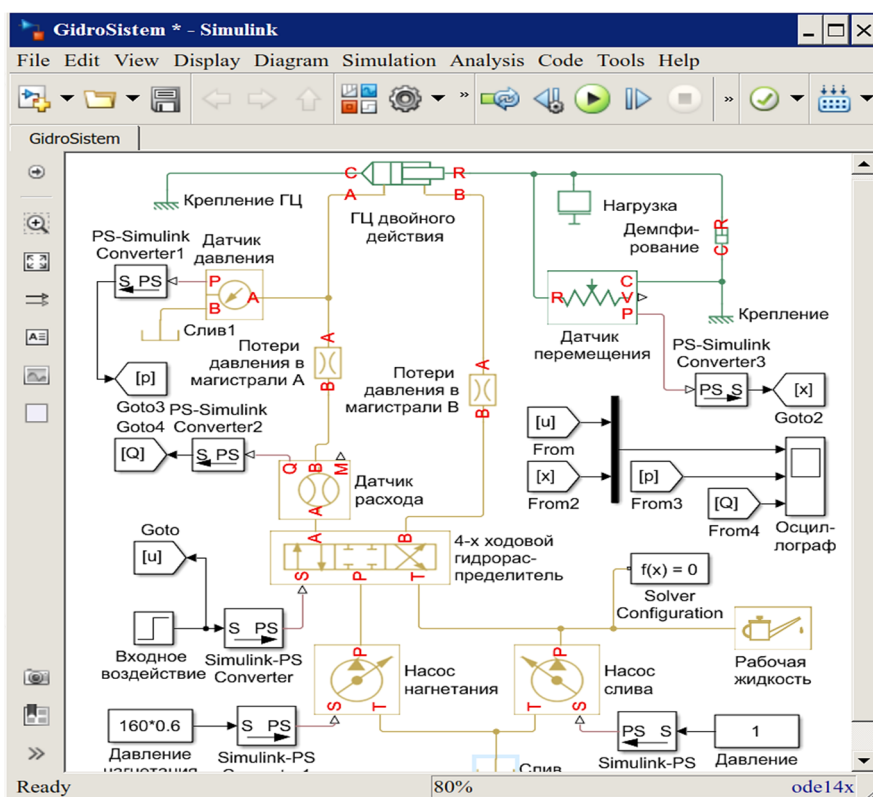


Рис. 3. Имитационная модель гидропривода управление навесным оборудованием трактора в формате Simulink+Simscape

Некоторые результаты исследования гидропривода по тестовым примерам приведены на рис. 4.

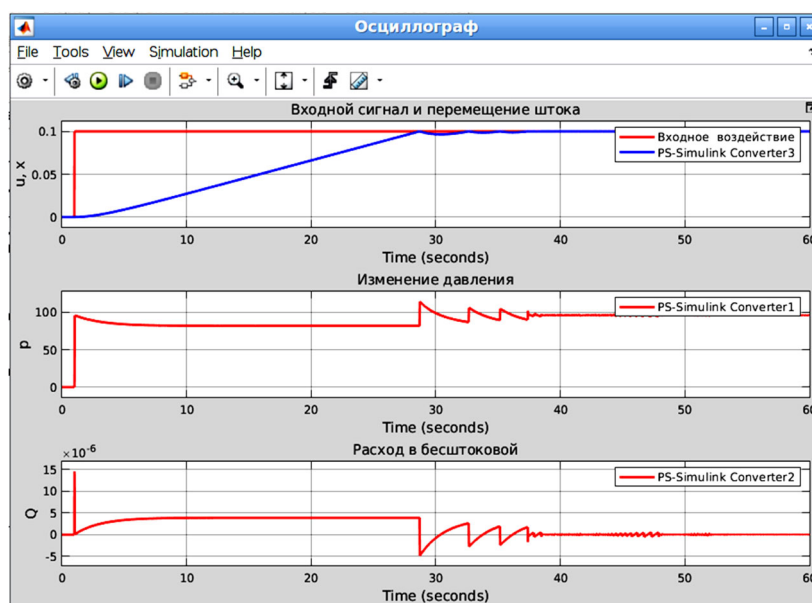


Рис. 4. Вывод результатов моделирования на осциллографе по тестовым примерам

Таким образом, можно отметить следующее:

1. Предложенная модель подробно описывает схему конструкции, все основные параметры, динамические процессы в гидроприводе помогают достаточно адекватно прогнозировать состояние системы при ее работе.

2. Реализация модели в компьютерной программе позволяет использовать ее для процессов модельно-ориентированного проектирования гидропривода трактора МТЗ BELARUS.

Список источников

1. Гидросистема трактора МТЗ-80 и МТЗ-82 // Тракторные системы : [сайт]. URL: <https://traktor-mtz.ru/statii-i-novosti/gidrosistema-traktora-mtz-80-i-mtz-82/> (дата обращения: 05.10.2025).

2. MATLAB Release Notes for R20013a. MathWorks // Available at : [сайт]. URL: <https://www.mathworks.com/help/simulink/release-notes>. (дата обращения 05.10.2025).

References

1. Hydraulic system of the MTZ-80 and MTZ-82 tractors // Tractor systems : [website]. URL: <https://traktor-mtz.ru/statii-i-novosti/gidrosistema-traktora-mtz-80-i-mtz-82/> (date of accessed: 05.10.2025).

2. MATLAB Release Notes for R20013a. MathWorks // Available at : [website]. URL: <https://www.mathworks.com/help/simulink/release-notes> (date of accessed: 05.10.2025).