

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение  
высшего образования  
«ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ (НИУ)»  
Институт «Политехнический»  
Факультет «Автотранспортный»  
Кафедра «Автомобильный транспорт»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ  
Заведующий кафедрой, д.т.н.,  
профессор  
\_\_\_\_\_ Ю.В. Рождественский  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Компьютерное моделирование грузового автомобиля в  
городском цикле движения на альтернативном топливе  
и электромеханической трансмиссии.

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА  
К ВЫПУСКНОЙ КВАЛИФИКАЦИОННОЙ РАБОТЕ  
ЮУрГУ – 13.03.02.2019.040.00 ПЗ ВКР

Руководитель работы, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Р. Ю. Илимбетов  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Автор ВКР,  
обучающийся группы П-410  
\_\_\_\_\_ М. Д. Караваев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

Нормоконтролер, к.т.н., доцент  
\_\_\_\_\_ Д. В. Астафьев  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2019 г.

## АННОТАЦИЯ

Караваев М.Д Компьютерное моделирование грузового автомобиля в городском цикле движения на альтернативном топливе и электромеханической трансмиссии. Челябинск: ЮУрГУ, П-410, 2019, 95 с., библиография – 10 наименований, иллюстраций – 56, таблиц – 19, 13 л. плакатов ф. А4

В работе был проведен анализ экологической ситуации в мире, рассмотрены перспективы улучшения экологической ситуации в мире. Был проанализирован мировой и Российский рынок гибридного и электрического транспорта. Рассмотрен уровень развития применения альтернативного топлива в мире и России.

В программе AVL CRUISE были созданы схема грузового транспорта на механической трансмиссии, электромеханической трансмиссии и электрической тяге и было произведено моделирование на разных видах топлива.

Был произведен расчет электродвигателя и высоковольтной батареи. По результатам моделирования были получены данные по расходу топлива на дизеле и газе на механической и электромеханической трансмиссии, также экологические показатели по выбросу токсичных веществ в атмосферу. Так же были получены результаты моделирования грузового транспорта на электрической тяге.

					<b>13.03.02.2019.040.00 ПЗ</b>		
		<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>				
<i>Разраб.</i>	<i>Караваев</i>			<i>Компьютерное моделирование грузового автомобиля в городском цикле движения на альтернативном топливе и электромеханической трансмиссии</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>	<i>Илимбетов.</i>					5	99
<i>Реценз.</i>					<b>Кафедра АвТ</b>		
<i>Н. Контр.</i>	<i>Астафьев</i>						
<i>Утверд.</i>	<i>Рождественский</i>						

## ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	8
1 АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ И РАЗВИТИЯ ГИБРИДНОГО АВТОПАРКА В МИРЕ .....	9
1.1 Проблемы загрязнения окружающей среды в мире.....	9
1.2 Перспективы улучшения экологической ситуации.....	11
1.3 Анализ Российского и мирового автопарка гибридов и электромобилей. ....	13
1.4 Анализ парка автомобильной техники на территории России .....	17
2 ПЕРСПЕКТИВЫ ПЕРЕВОДА АВТОМОБИЛЬНОГО ТРАНСПОРТА НА АЛЬТЕРНАТИВНОЕ ТОПЛИВО И ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ ТЯГУ .....	22
2.1 Анализ уровня развития альтернативных топлив, гибридов и электромобилей в мире и России. ....	22
2.1.1 Анализ уровня развития альтернативных топлив в мире.....	23
2.1.2 Анализ уровня развития альтернативных топлив в России .....	24
2.1.3 Анализ уровня развития гибридов и электромобилей в мире.....	26
2.2 Перспективы перевода автомобильного транспорта на альтернативное топливо и электрическую тягу.....	29
2.2.1 Перспектива использования альтернативного топлива. ....	31
2.2.2 Перспектива использования гибридной силовой установки. ....	33
2.2.3 Перспектива использования гибридной силовой установки. ....	38
3 КОМПЬЮТЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ В ПРОГРАММЕ AVL CRUISE ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ НА РАЗНЫХ ВИДАХ ТОПЛИВА .....	42
3.1 Обзор программного обеспечения. ....	42
3.2 Моделирование в программе AVL CRUISE грузового автомобиля на разных видах топлива. ....	43
3.2.1 Технические характеристики шасси КаМАЗ 65155 .....	43

					13.03.02.2019.040.00ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата		6

3.2.2 Моделирование движения грузового транспорта на дизельном топливе .....	47
3.2.3 Моделирование движения грузового транспорта на альтернативном топливе .....	52
3.2.4 Экологические показатели по результатам моделирование на дизельном и альтернативном топливе. ....	56
<b>4 РАСЧЕТ И ВЫБОР КОМПОНЕНТОВ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ ГРУЗОВОГО АВТОМОБИЛЯ КАМАЗ – 65115.....</b>	<b>60</b>
4.1 Выбор двигателя внутреннего сгорания для моделирования гибридного автомобиля .....	60
4.2 Расчет и выбор тягового электродвигателя.....	62
4.3 Выбор генератора.....	71
4.4 Расчет емкости батареи для грузового автомобиля на электрической тяги.....	73
<b>5 МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМЕХАНИЧЕСКОЙ ТРАНСМИССИИ КОМБИНИРОВАННОЙ ДОРОЖНОЙ МАШИНЫ НА ШАССИ КАМАЗ 65115 В ПРОГРАММЕ AVL CRUISE.....</b>	<b>80</b>
5.1 Выбор схемы электромеханической трансмиссии комбинированной дорожной машины. ....	80
5.2 Сравнительный анализ весовых параметров гибридного грузового автомобиля с классическим.....	81
5.3 Моделирование электромеханической трансмиссии комбинированной дорожной машины КаМАЗ 65115 на разных видах топлива.....	83
5.4 Моделирование комбинированной дорожной машины КаМАЗ 65115 на электрической тяги.....	89
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ .....</b>	<b>98</b>
<b>БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК.....</b>	<b>99</b>

## ВВЕДЕНИЕ

На сегодняшний день в мире остро стоит вопрос о экологической безопасности окружающей среды. Одной из проблем экологической безопасности является загрязнение воздуха, главным источником которого являются автомобили. Так как транспортное средство занимает ведущее место в нашей повседневной жизни, удовлетворяя наши потребности. Однако использование транспортного средства влечет за собой и негативные последствия на окружающую среду, которое постоянно усиливается с увеличением их количества.

Наибольший вред представляют выделяемые токсичные вещества отработавших газов автомобиля, которые загрязняют воздух и нашу окружающую среду. Поэтому борьба за снижение выбросов ОГ является оправданной и актуальной.

В связи с этим особое внимание уделяется экологическим показателям автомобиля, а также его экономически оправданное применение на других видах топлива и электрической энергии.

									Лист
									8
Изм.	Лист	№ Документа_	Подпись_	Дата	13.03.02.2019.040.00ПЗ				

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В выпускной квалификационной работе рассмотрены следующие вопросы :

- вопрос экологической ситуации в мире и решение данного вопроса;
- внедрение в автопарки России и мира гибридного транспорта и электромобилей;
- перспективы перевода автомобильного транспорта на альтернативное топливо и электрическую тягу;

По результатам моделирования механической трансмиссии комбинированной дорожной машины на разных видах топлива сделаны выводы, что при переходе с дизельного топлива на газ, затраты на топливо снижаются в 3 раза, так же количество вредных веществ в отработавших газ снижается в 1.5-2 раза при работе двигателя внутреннего сгорания на газе. Данный результат является основным, для транспортного средства на альтернативном топливе.

При моделировании электромеханической трансмиссии комбинированной дорожной машины было установлено, что расход топлива по сравнению с механической трансмиссией уменьшился на 32.68 % на газе и на 36.2 % на дизельном топливе соответственно. Выбросы токсичных веществ уменьшились на 30-36 %. Данный результат является основным, для транспортного средства на с гибридной силовой установкой.

Так же по результатам моделирования комбинированной дорожной машины полностью на электрической тяге было выявлено, что автомобиль проедет 76.3 км при скорости  $V=50$  км/ч до полной остановки. Данный результат является основным, для транспортного средства на электрической тяге.

По результатам моделирования была определена оптимальная компоновочная модель для грузового автомобиля работающего в городских условиях.

									Лист
									98
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	13.03.02.2019.040.00ПЗ				

## БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Аналитическое агентство «АВТОСТАТ». <https://www.autostat.ru/news/37917/>
2. Аналитическое агентство АВТОСТАТ – «Ключевые показатели российского парка грузовиков 2018». <https://www.autostat.ru/infographics/34981/>
3. Журнал за рулем. «Снижение выбросов CO<sub>2</sub>: меньше газа — чище воздух» - [https://www.zr.ru/content/articles/457041-snizhenije\\_vybrosov\\_so2\\_menshe\\_gaza\\_chishhe\\_vozduh/#](https://www.zr.ru/content/articles/457041-snizhenije_vybrosov_so2_menshe_gaza_chishhe_vozduh/#).
4. Компьютерное моделирование электромеханической трансмиссии грузового автомобиля урал-4320. Р.Ю. Илимбетов, В.В. Дернов
5. Проблемные вопросы ограничения выбросов CO<sub>2</sub> от автотранспортных средств. Кутенев В.Ф., Козлов А.В., Теренченко А.С., Шюте Ю.В. Журнал автомобильных инженеров. 2010. № 3 (62). С. 55-59.
6. Рынок КПП: мировой опыт развития и уроки для России.
7. Технические характеристики шасси КАМАЗ 65115. <http://kamaz-kt.ru/models/shassi/shassi-kamaz-65115/>
8. [Электронный ресурс] – <http://www.ev-volumes.com>. Переведено.
9. International energy agency. <https://www.iea.org/statistics/co2emissions/>. Переведено.
10. Ward's AutoWorld. «How many cars are there in the world?». [//www.drivesurfing.com/en/article/7/how-many-cars-are-there-in-the-world](http://www.drivesurfing.com/en/article/7/how-many-cars-are-there-in-the-world). Переведено.

										Лист
										99
Изм.	Лист	№ Документа	Подпись	Дата	13.03.02.2019.040.00ПЗ					