

Московский государственный технический университет им. Н.Э. Баумана

Требования к выпускной квалификационной работе бакалавра

Специальность 13.03.02
«Электроэнергетика и
электротехника –
электромобили»

23.10.23



Учебный план по направлению подготовки 13.03.02

п	1 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Аналитическая геометрия	ФН2	4	144
2	Введение в специальность	СМ10	1	36
3	Инженерная графика	СМ10	2	72
4	Иностранный язык	ЛЗ	2	72
5	Информатика	ИУ7	4	144
6	Математический анализ	ФН2	5	180
7	Начертательная геометрия	РК1	3	108
8	Учебно-технологический практикум	МТ13	2	72
9	Химия	ФН5	4	144
10	Экология техносферы	Э9	2	72
11	Физическая культура и спорт	ФВ	0	0
Итого:			29	1044

п	2 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Инженерная графика	СМ10	2	72
2	Иностранный язык	ЛЗ	2	72
3	Интегралы и дифференциальные уравнения	ФН2	5	180
4	Информатика	ИУ7	3	108
5	История	СГН1	3	108
6	Линейная алгебра и функции нескольких переменных	ФН2	4	144
7	Профилирующая практика	ИУ1	1	36
8	Теоретическая механика	ФН3	4	144
9	Теория вероятности и математическая статистика	ФН11	1	36
10	Учебно-технологический практикум	МТ13	1	36
11	Физика	ФН4	4	144
12	Физическая культура и спорт	ФВ	1	36
Итого:			31	1116

п	3 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Инженерная графика	СМ10	2	72
2	Иностранный язык	ЛЗ	2	72
3	Кратные интегралы, теория поля, ряды	ФН2	3	108
4	Механика жидкости и газа. Часть 1	Э10	4	144
5	Сопротивление материалов	РК5	5	180
6	Теоретическая механика	ФН3	4	144
7	Теория вероятности и математическая статистика	ФН11	2	72
8	Учебно-технологический практикум	РЛ6	1	36
9	Физика	ФН4	4	144
10	Физическая культура и спорт	ФВ	1	36
Итого:			28	1008

п	4 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Иностранный язык	ЛЗ	2	72
2	Конструкционное и электротехническое материаловедение	МТ8	4	144
3	Системы автоматизированного проектирования автомобилей	СМ10	3	108
4	Строительная механика машин	СМ10	4	144
5	Теория механизмов и машин	РК2	4	144
6	Теория функций комплексного переменного и операционное исчисление	ФН2	4	144
7	Термодинамика и тепломассообмен	Э6	4	144
8	Технологическая практика	РК9	3	108
9	Учебно-технологический практикум	РЛ6	1	36
10	Электротехника и электроника	ФН7	3	108
11	Физическая культура и спорт	ФВ	0	0
Итого:			32	1152

п	5 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Детали машин	РК3	5	180
2	Дискретная математика	ФН2	3	108
3	Иностранный язык	ЛЗ	2	72
4	Конструкция автомобилей	СМ10	4	144
5	Метрология, стандартизация и взаимозаменяемость	МТ4	3	108
6	ДВ №2 Сети и телекоммуникации	ИУ3	2	72
7	Теория механизмов и машин. Курсовой проект	РК2	3	108
8	Управление техническими системами	СМ10	3	108
9	Электротехника и электроника	ФН7	5	180
10	Физическая культура и спорт	ФВ	0	0
Итого:			30	1080

п	6 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Бортовые источники энергии и зарядная инфраструктура автомобилей	СМ10	3	108
2	Иностранный язык	ЛЗ	2	72
3	Конструкция автомобилей	СМ10	3	108
4	ДВ №3 Разработка WEB приложений	ИУ5	2	72
5	Теория движения колесных машин	СМ10	3	108
6	Тяговые электрические машины	СМ10	4	144
7	Управление техническими системами	СМ10	3	108
8	Философия	СГН4	3	108
9	Численные методы	ФН2	2	72
10	Эксплуатационная практика	СМ10	3	108
11	Электронные и микропроцессорные системы автомобиля	СМ10	2	72
12	Физическая культура и спорт	ФВ	0	0
Итого:			30	1080

п	7 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Безопасность жизнедеятельности	Э9	3	108
2	Бортовые источники энергии и зарядная инфраструктура автомобилей	СМ10	3	108
3	Конструкция автомобилей	СМ10	3	108
4	Методы расчета и проектирования автомобилей	СМ10	3	108
5	Научно-исследовательская работа	СМ10	2	72
6	Правоведение	ЮР	2	72
7	Системы управления тяговым электроприводом	ФН7	5	180
8	Теория движения колесных машин	СМ10	3	108
9	Экономика	ИБМ2	2	72
10	Электронные и микропроцессорные системы автомобиля	СМ10	3	108
Итого:			29	1044

п	8 семестр Дисциплины	Каф	Общая труд-ть	
			З.е.	Ак.час
1	Методы расчета и проектирования автомобилей	СМ10	6	216
2	Научно-исследовательская работа	СМ10	2	72
3	Подготовка и защита ВКР	СМ10	9	324*
4	Преддипломная практика	СМ10	3	108
5	Русский язык и культура речи	Л1	1	36
6	Техническое регулирование в автомобилестроении	СМ10	2	72
7	Технологии IoT в автомобильной отрасли	СМ10	2	72
8	Технология машиностроения и приборостроения	РК9	2	72
9	Экономика	ИБМ2	2	72
10	Электронные и микропроцессорные системы автомобиля	СМ10	2	72
Итого:			31	1116

- трудоемкость ВКР специалистов (23.05.01 2018 г.) – 864 ак. час. https://eu.bmstu.ru/ref/uchplan/print_otrezok/860a818e-1588-11e8-8371-005056960017/2023/
- трудоемкость ВКР магистров (23.04.02 2022 г.) – 324 ак. час. https://eu.bmstu.ru/ref/uchplan/print_otrezok/b70bb2d6-7246-11ec-ad94-2f0d2e532e37/2023/

Компетенции, которые могут применены при выполнении ВКР

Инженерная графика – знание ЕСКД, разработка 3Д и КД в современных САПР.

Строительная механика машин – формирование нагрузочных режимов. Расчет на прочность, устойчивость МКЭ.

Конструкция электромобилей – обзор и анализ конструкций аналогов производителей (Россия, США, Европа, Китай), глубина поиска 5 лет.

Управление техническими системами – применение регуляторов, оценка устойчивости системы управления.

Теория движения автомобиля – тягово-динамический расчет, оценка плавности хода, оценка параметров устойчивости и управляемости, разработка математических моделей движения КМ и рабочих процессов, протекающих в ее системах.

Тяговые электрические машины – обоснование типа электромашины, применяемой в разрабатываемом узле/система на основании обзора и анализа электромашин, применяемых в изделиях аналога.

Бортовые источники энергии и зарядная инфраструктура – обоснование типа применяемого бортового источника энергии. Разработка схем Э1 и Э3.

Методы расчета и проектирования – формирование требований к разрабатываемому узлу/системе. Расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции.

Электронные и микропроцессорные системы электромобилей – разработка диаграммы состояний объекта управления, определение условий перехода. Разработка программной реализации системы управления. Оценка работоспособности разработанной системы управления на математической модели. Разработка печатной платы

Объект проектирования в ВКР

По результатам выполнения учебного плана должны быть освоены компетенции:

- конструктора
- электроника
- программиста



Направленность ВКР

1. Конструктор-электроник-программист
2. Конструктор-электроник
3. Конструктор-программист

Соотношение частей допускается варьировать

Для выполнения ВКР предлагается разработка узла либо системы автомобиля с электрическим приводом, либо преимущественно состоящего из электрических компонентов, например:

- ведущий мост с интегрированным тяговым электродвигателем
- электроусилитель рулевого управления
- тормозной механизм с электрическим приводом
- управляемая подвеска
- тяговая аккумуляторная батарея, и т.д.



Состав основной части РПЗ* – объем 60-100 стр.

* может варьироваться в зависимости от направленности ВКР и разрабатываемого узла/системы

1. Научно-исследовательская часть – обязательная часть

2. Конструкторская часть – обязательная часть

2.1 Требования к разрабатываемому узлу/системе

2.2. Обзор и анализ изделий аналогов

(по странам производителей, глубина поиска не более 5 лет)

2.3. Разработка нагрузочных режимов для проектирования узла/системы

2.4. Расчеты, подтверждающие работоспособность конструкции, в том числе расчет на прочность МКЭ, ТДР и другие

3. Электрическая часть – определяется руководителем ВКР

3.1. Обзор и анализ электромашин, применяемых в изделиях-аналогах

3.2. Обоснование типа применяемой электромашинны

3.3. Обоснование типа тяговой аккумуляторной батареи

3.4. Расчетное определение характеристик преобразователей бортовой электро-сети

3.5. Разработка структурной электрической схемы узла/системы/компонента

3.6. Разработка печатной платы

4. Программная часть – определяется руководителем ВКР

4.1. Разработка диаграммы состояний объекта управления с определением условий перехода

4.2. Разработка программной реализации системы управления

4.3. Оценка работоспособности системы управления на математической модели

4.4. Разработка цифрового сервиса

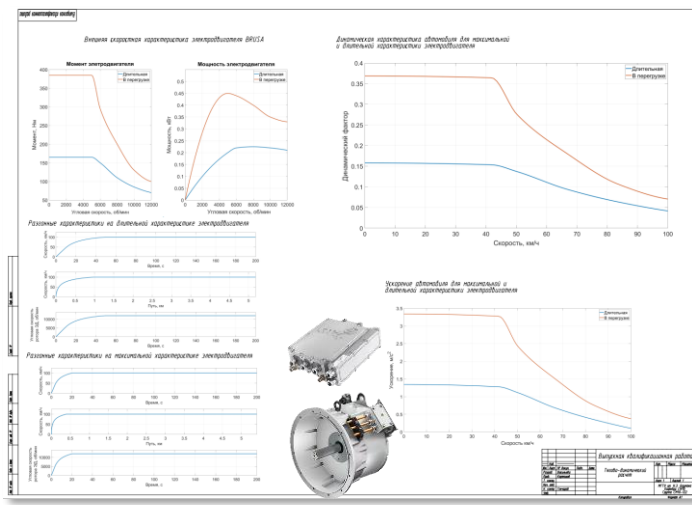
Состав графической части ВКР* – 6-8 листов А1

1. Тягово-динамический расчет – 1 лист А2/А1 – *обязательная часть*
2. Общий вид автомобиля с разрабатываемым узлом (узлами) – 1 лист А3/А2/А1 – *обязательная часть*
3. Конструкторская часть – 2-4 листа А1 – *обязательная часть*
 - 3.1. Чертеж общего вида узла (узлов)
4. Электрическая часть – *наполнение определяется руководителем ВКР*
 - 4.1. Структурная схема узла/системы – 1 лист А1
 - 4.2. Разработка печатной платы и т.д.
5. Программная часть 1 лист А1 – *наполнение определяется руководителем ВКР*
 - 5.1. Диаграмма состояний объекта управления с определением условий перехода
 - 5.2. Блок схема программной реализации системы управления
 - 5.3 Оценка работоспособности системы управления на математической модели
 - 5.3. Разработка цифрового сервиса и т.д.
6. Научно-исследовательская часть - 1 лист А1 – *обязательная часть*
 - 6.1 Оценка плавности хода
 - 6.2 Оптимизация кинематических характеристик подвески
 - 6.3 Оценка потребной емкости тяговой аккумуляторной батареи на основании типовых ездовых циклов
 - 6.4 Анализ характеристик системы термостатирования тяговой аккумуляторной батареи и т.д.

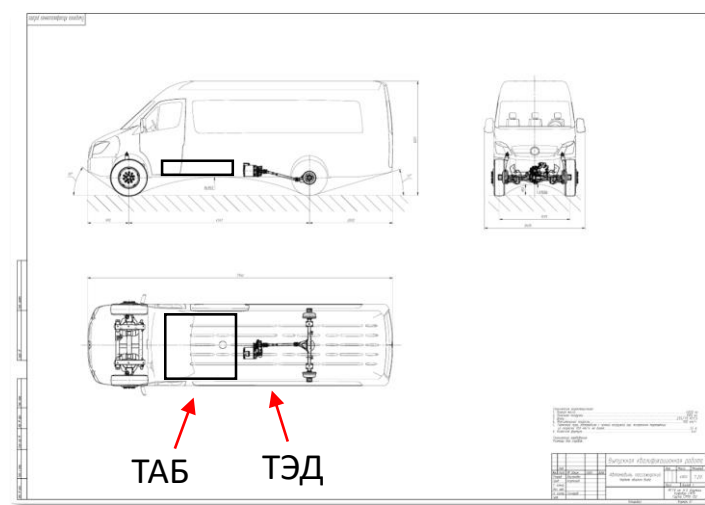
* Может варьироваться в зависимости от направленности ВКР и разрабатываемого узла/системы

Пример графической части ВКР

Конструктор-электроник-программист - 6 листов А1



Тягово-динамический расчет с разгонной характеристикой и подбором ТЭД и инвертора, 1 лист А2



Чертеж общего вида а/м с ТЭД, ТАБ и параметрами ТАБ, ТЭД, 1 лист А2

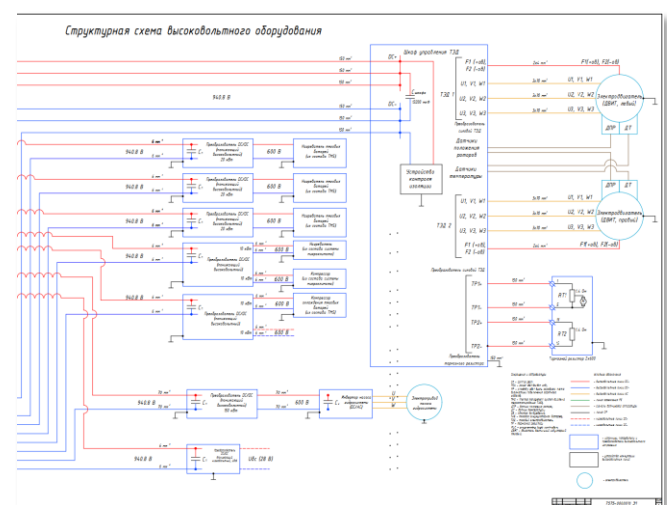
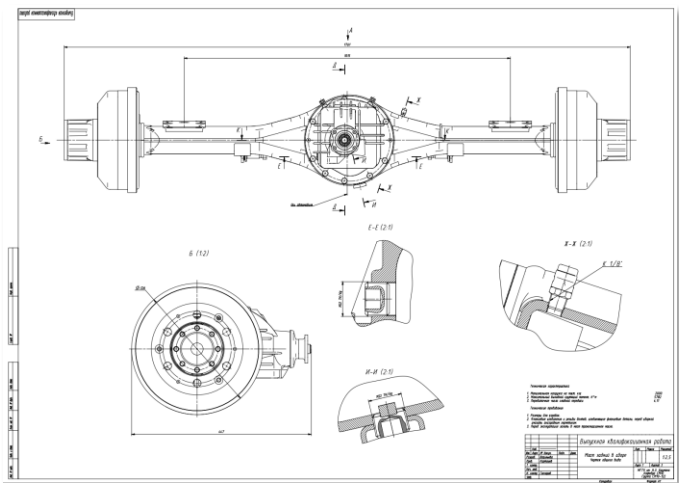
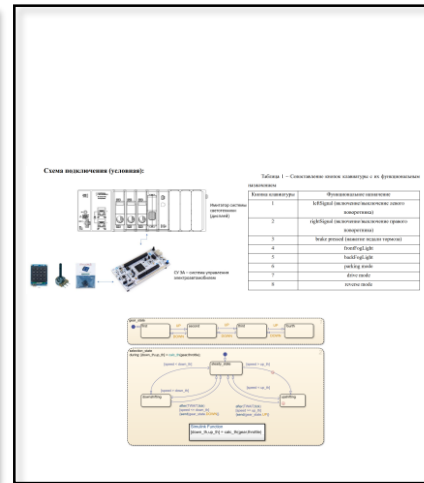
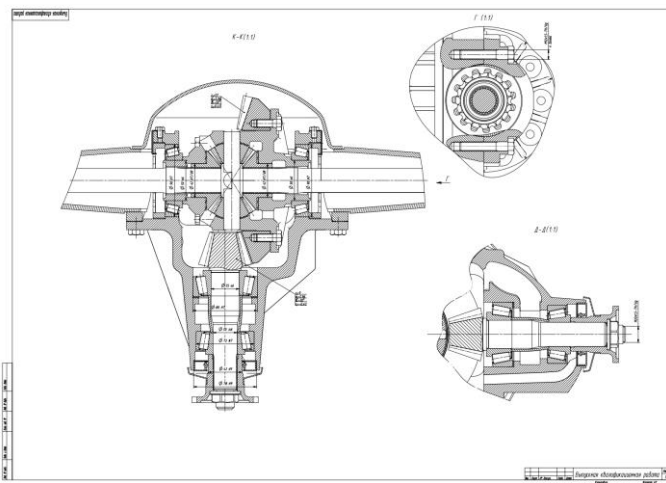


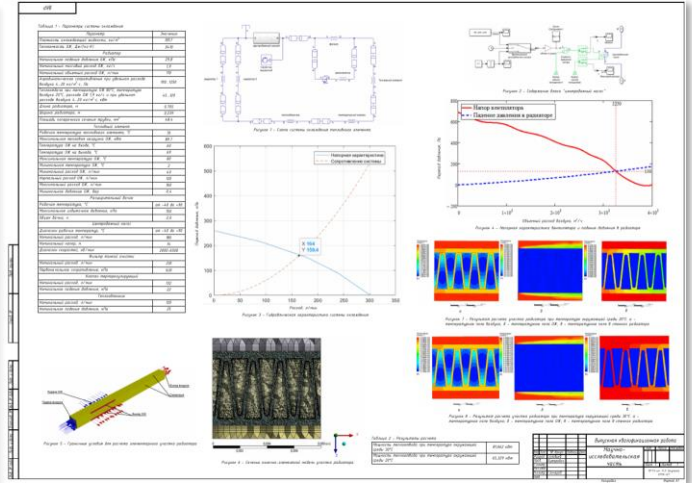
Схема структурная электрическая Э1 тягового электропривода, 1 лист А1



Чертеж общего вида агрегата, 2 листа А1



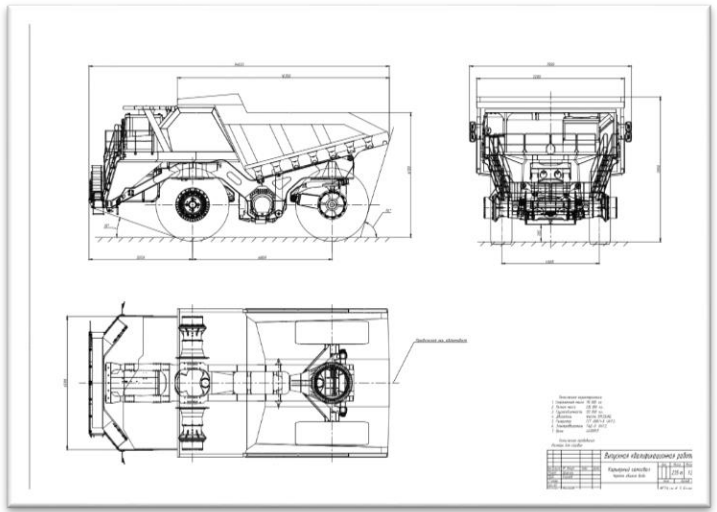
Система управления, 1 лист А1



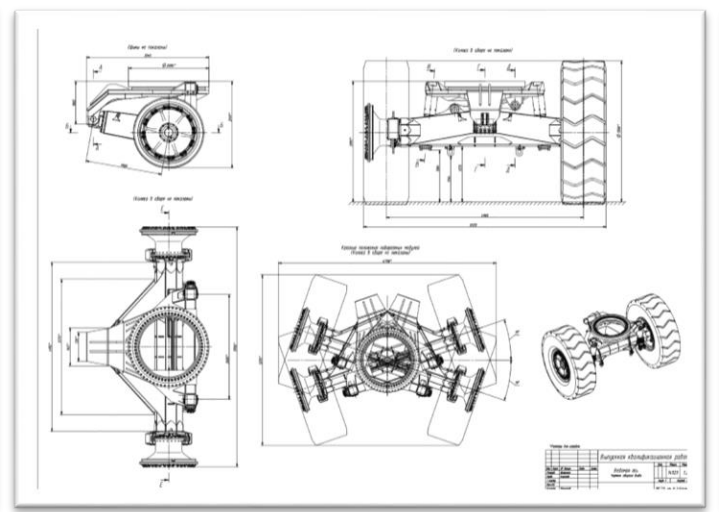
НИРС – система термостатирования ТАБ, 1 лист А1

Пример графической части ВКР

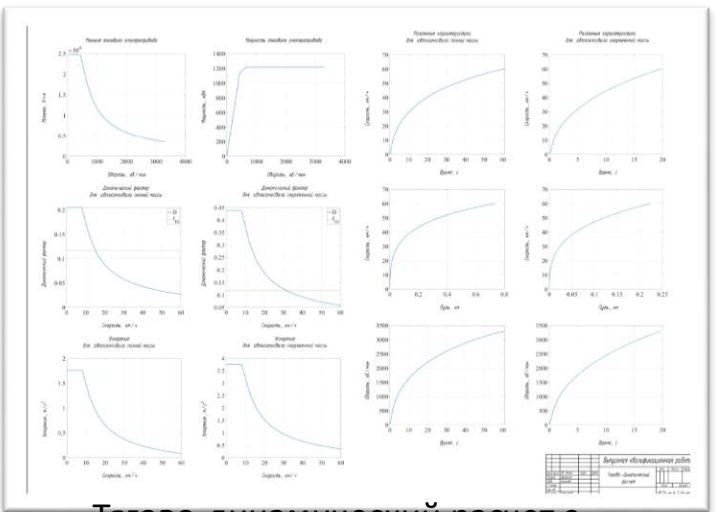
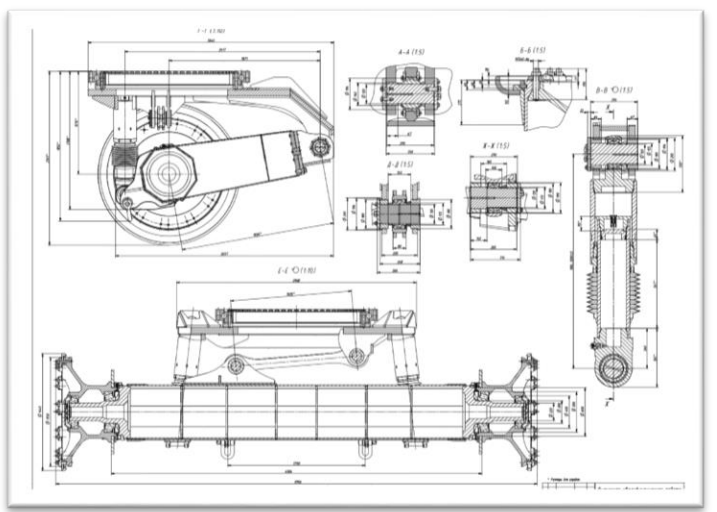
Конструктор-программист – 6 листов А1



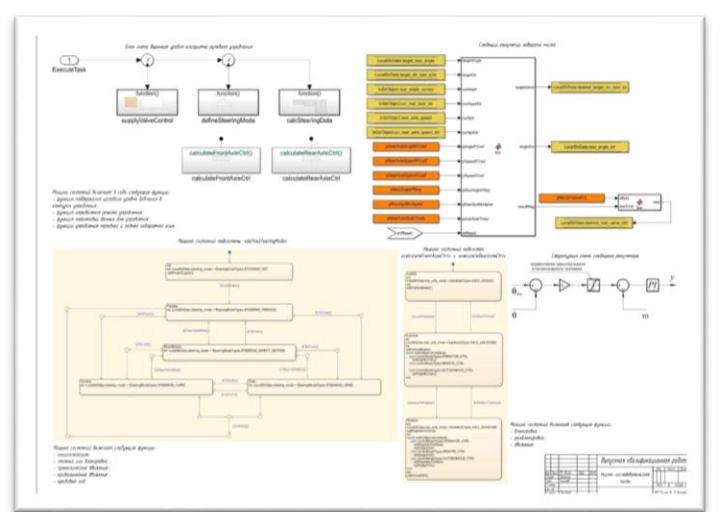
Чертеж общего вида а/м,
1 лист А1



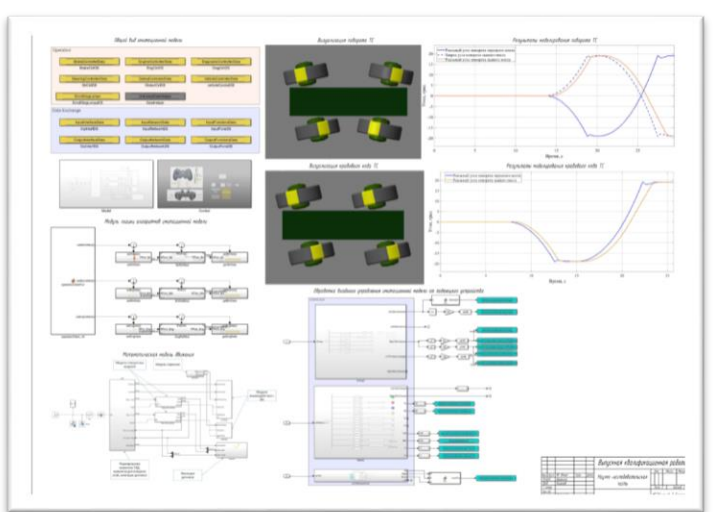
Чертеж общего вида агрегата – ведомая ось в сборе,
2 листа А1



Тягово-динамический расчет с
разгонной характеристикой, 1 лист А1



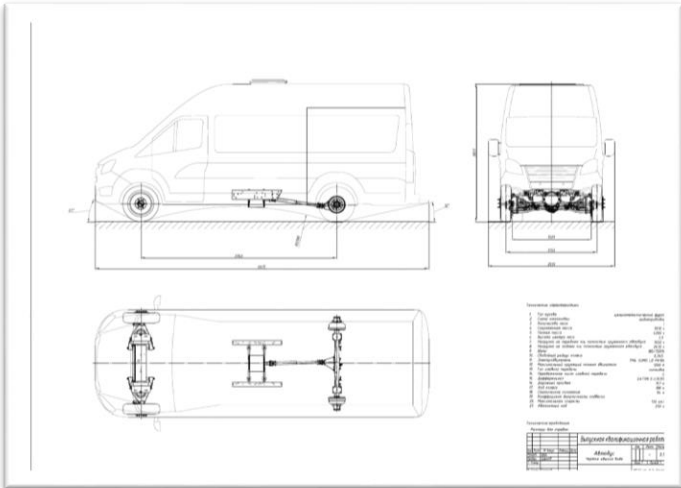
Система управления,
1 лист А1



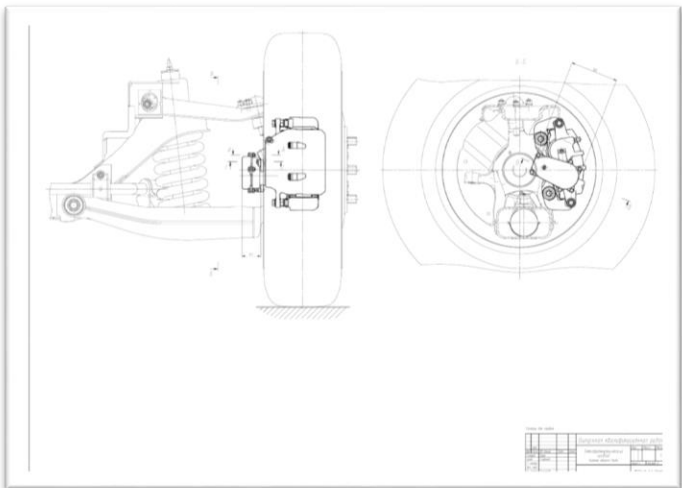
НИРС – оценка работоспособности
системы управления на ММ,
1 лист А1

Пример графической части ВКР

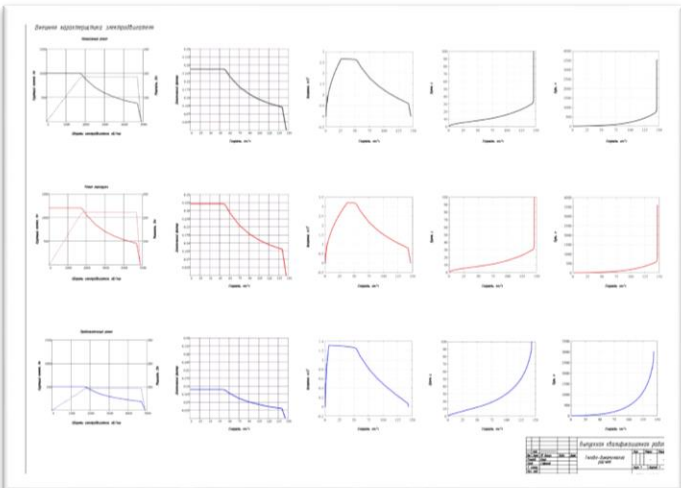
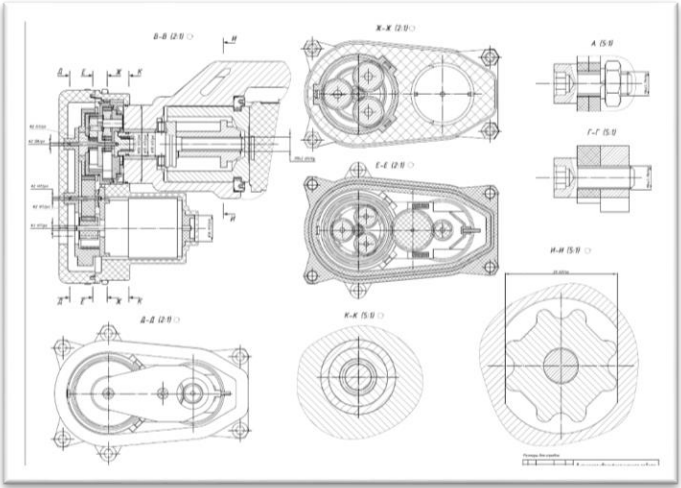
Конструктор-электроник – 6 листов А1



Чертеж общего вида а/м,
1 лист А1



Чертеж общего вида агрегата – тормозной механизм с электрическим приводом,
2 листа А1



Тягово-динамический расчет с
разгонной характеристикой, 1 лист А1

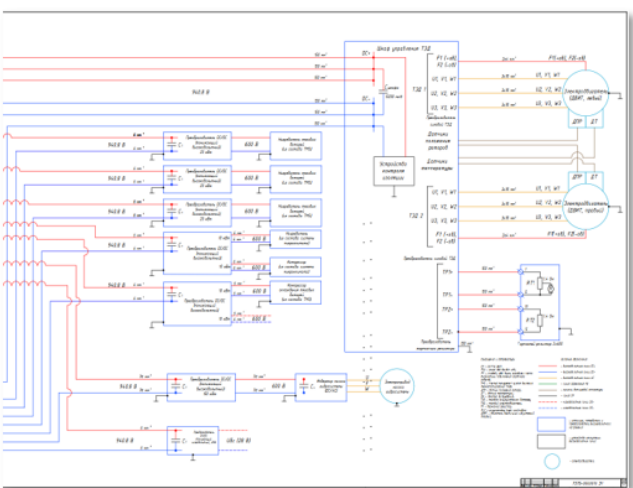
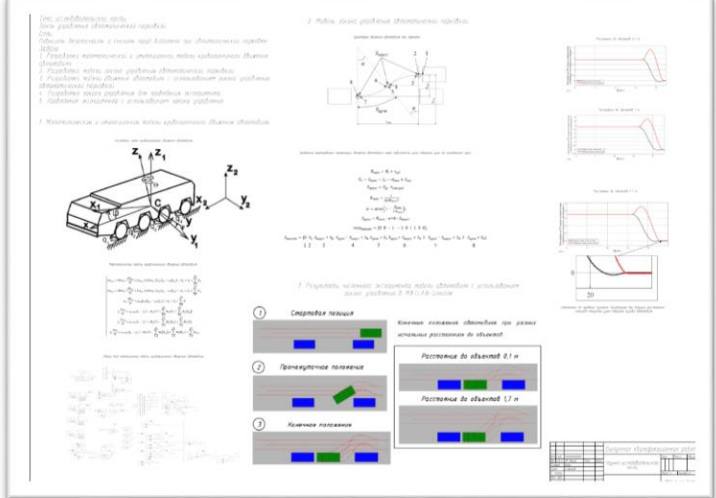


Схема структурная электрическая Э1
бортовой сети, 1 лист А1



НИРС,
1 лист А1

Формулировка темы ВКР бакалавра 13.03.02

Автомобиль категории М1 полной массой 1450 кг колесной формулой 4х2 с разработкой электроусилителя рулевого управления

Пример ВКР магистра:

«Исследование и разработка тормозного и рулевого управления автомобиля категории М1 полной массой 1670 кг колесной формулой 4х2»

Пример темы ВКР специалиста:

«Автомобиль категории М1G полной массой 2950 кг колесной формула 4х4 с разработкой передней подвески, главной передачи и колесно-ступичного узла переднего моста»

Спасибо!

Газизуллин Руслан Ленарович
ассистент кафедры «Колесные машины»
МГТУ им. Н.Э. Баумана
эл. почта: rlgazizullin@bmstu.ru

