

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение
высшего образования

«Южно-Уральский государственный университет
(национальный исследовательский университет)»
Высшая школа электроники и компьютерных наук
Кафедра «Автоматика и управление»

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой

д.т.н., профессор

_____ / Л.С. Казаринов

« ____ » _____ 2020 г.

Проектирование эксплуатационного бортового устройства регистрации для
дорожно-строительной техники

Пояснительная записка
к выпускной квалификационной работе
ЮУрГУ – 270304.2020.389 ПЗ ВКР

Руководитель проекта

к.т.н., доцент каф.АиУ

_____ / Павловская О.О.

« ____ » _____ 2020 г.

Автор работы

Студент гр. КЭ-417

_____ / Малышкин Л.Ю.

« ____ » _____ 2020 г.

Нормоконтролер

к.т.н., доцент каф.АиУ

_____ / Барбасова Т.А.

« ____ » _____ 2020 г.

Челябинск

2020

АННОТАЦИЯ

Малышкин, Л.Ю. Проектирование эксплуатационного бортового устройства регистрации для дорожно-строительной техники: ЮУрГУ (НИУ), ВШ ЭКН; 2020, 64 с., 28 ил., библиогр. список – 72 наим., 5 прил.

В данной выпускной квалификационной работе рассмотрены вопросы проектирования эксплуатационного бортового устройства регистрации для дорожно-строительной техники с резервным источником питания. Проведен обзор существующих на рынке предложений бортовых самописцев, определены основные направления и функционал бортовых устройств регистрации. Разработана концепция бортового самописца. Составлены функциональные и структурные схемы устройства. Произведен расчет параметров для подобранного оборудования и электрической цепи.

Разработана принципиальная-электрическая схема бортового самописца с резервным питанием со соответствующим оборудованием и элементами необходимыми для подключения микросхемы в проектном пакете DipTrace.

					<i>270304.2020.389 ПЗ</i>			
<i>Изм.</i>	<i>Лист</i>	<i>№ докум.</i>	<i>Подпись</i>	<i>Дата</i>				
<i>Разраб.</i>		<i>Малышкин Л.Ю.</i>	<i>Мал</i>		<i>Проектирование бортового устройства регистрации для дорожно-строительной техники</i>	<i>Лит.</i>	<i>Лист</i>	<i>Листов</i>
<i>Провер.</i>		<i>Павловская О.О.</i>					<i>3</i>	<i>64</i>
<i>Реценз.</i>		<i>Дубровский Н.В.</i>				<i>ЮУРГУ (НИУ) Кафедра «АиУ»</i>		
<i>Н. Контр.</i>		<i>Барбасова Т.А.</i>						
<i>Утверд.</i>		<i>Казаринов Л.С.</i>						

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	7
1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БОРТОВОГО САМОПИСЦА ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ.....	12
1.1 Сравнительный анализ существующих бортовых самописцев. Бортовой контроллер мониторинга транспорта «АвтоГРАФ-GSM+»	12
1.2 Телематическая платформа «LOCARUS 702х»	13
1.3 Навигационный контроллер Galileo GPS/ГЛОНАСС 2.5	14
1.4 Навигационный контроллер Arnavi 4	15
1.5 Навигационный контроллер Mielta M3. Общее сравнение бортовых самописцев	16
Навигационный контроллер Mielta M3	19
1.6 Концепция бортового самописца	20
Анализ представленных на рынке бортовых самописцев показал, что ни одно из имеющихся на рынке решений АвтоГРАФ-GSM+, LOCARUS 702х, Galileo GPS/ГЛОНАСС 2.5, Arnavi 4, Mielta M3 не подходит для использования в качестве сборщика основных диагностических параметров работы гусеничной машины с возможностью дальнейшего преобразования, передачи и обработки информации по причинам: отсутствия необходимого функционала и параметров нужных для полноценного выполнения технического задания.	21
2 ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ НА РАЗРАБОТКУ БОРТОВОГО САМОПИСЦА ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ	23
2.1 Цель и назначение работы	23
2.2 Процесс выполнения работ	24
2.3 Требования к разрабатываемому устройству	24
3 РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ	26
3.1 Разработка структурной схемы бортового самописца	26
3.2 Выбор элементной базы для разработки бортового самописца.....	27
3.2.1 Микроконтроллер	27

										Лист
										5
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

270304.2020.389 ПЗ

3.2.2 GSM/GPRS модуль	28
3.2.3 Приемопередатчик CAN	30
3.2.4 SD-карта	31
3.2.5 Трансивер.....	32
3.2.6 Держатель для SIM-карты.....	33
3.2.7 Преобразователи напряжения.....	34
3.2.8 Защита от короткого замыкания и переплюсовки.....	41
3.3 Составление функциональной схемы и электрической принципиальной схемы	50
4 РАЗРАБОТКА РЕЗЕРВНОГО ИСТОЧНИКА ПИТАНИЯ ДЛЯ	
БОРТОВОГО УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ. СОСТАВЛЕНИЕ ОБЩЕЙ	
ФУНКЦИОНАЛЬНОЙ СХЕМЫ	51
4.1 Описание резервного питания бортового устройства регистрации ..	51
4.2 Подбор элементной базы для резервного источника питания. Составление функциональной схемы	51
4.2.1 Аккумуляторная батарея.....	52
4.2.2 Повышающе-понижающий преобразователь	53
4.3 Составление общей функциональной схемы и электрической принципиальной схемы	57
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	58
БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	59
ПРИЛОЖЕНИЕ А.....	65

ВВЕДЕНИЕ

Развитие строительной и землеройной техники отечественного производства идет по пути усложнения узлов и агрегатов машин, роста энерговооруженности и уровня компьютеризации. Все это влечет за собой усложнение сервиса. Без его должной организации потребитель будет страдать – ведь сложную технику без специальной подготовки, оборудования и инструмента отремонтировать, а уж тем более восстановить не смогут даже легендарные «народные российские умельцы». Заказчик заинтересован, чтобы техника как можно меньше простаивала по техническим причинам и чтобы уменьшились простои в период плановых и аварийных ремонтов. Поэтому одной из наиболее важных составляющих эффективной эксплуатации является принятая система технического обслуживания и ремонта [1-4].

На сегодняшний день практически вся дорожно-строительная техника эксплуатируется «по наработке». Однако все более остро встает задача реализации научного прогнозирования остаточного ресурса машин для обеспечения безаварийной работы в заданный промежуток времени, что особенно важно в условиях старения парка. Известны два пути решения данной задачи:

- 1) создание универсальных диагностических систем на базе дорогостоящих диагностических комплексов;
- 2) дооборудование строительных машин бортовыми устройствами регистрации.

В последнее время производители строительной и землеройной техники для прогнозирования остаточного ресурса машин дооборудуют транспорт бортовыми устройствами регистрации (сокращенно «БУРами») или так называемыми бортовыми самописцами. Задача проектирования бортовых самописцев – задача, которая ставится перед сотрудниками конструкторского бюро (КБ) предприятия [4-7].

Бортовой самописец – это сборщик основных диагностических параметров работы транспортного средства, воздушного судна с дальнейшим преобразованием и передачей информации с помощью современных средств связи в специальные

										Лист
										7
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ					

диагностические центры, осуществляющие ее аккумуляцию и обработку.

По функциональному назначению бортовые самописцы подразделяются на аварийные, эксплуатационные и испытательные.

– аварийные бортовые самописцы для накопления и сохранения полетной информации, которая может быть использована при расследовании инцидентов, аварий и катастроф;

– эксплуатационные системы регистрации записывают значительно большее число параметров, чем аварийные бортовые самописцы (число параметров доходит до 2000); накопитель эксплуатационного регистратора защиты не имеет и при авариях не спасается;

– испытательные системы регистрации используются при проведении различного рода летных испытаний образцов авиационной техники [8-10].

Для предприятий-производителей дорожно-строительной техники, каковым является завод «ДСТ-Урал», актуальна задача дооборудования каждой из производимых машин эксплуатационным бортовым самописцем, который будет фиксировать текущие значения параметров основных агрегатов бортового оборудования, а именно – давление в правой и левой ходовых магистралях, давление в контуре навесного оборудования, давление масла в двигателе, моточасы, а также будет определять местоположение машины и фиксировать факты простоя гусеничной техники.

Анализ представленных на рынке бортовых самописцев показал, что подобные устройства существуют. Так, известен бортовой контроллер мониторинга транспорта «АвтоГРАФ-GSM+» производства ООО «ТехноКом» города Челябинска, выпущенный в 2011 году. Это компактный электронный самописец регистрирует скорость, направление движения, ускорение, высоту, пробег и различные события [11].

										Лист
										8
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ					

При этом, если по каким-то причинам передача данных на сервер по основному каналу невозможна, устройство использует для передачи данных резервный канал.

Кроме того, контроллер позволяет обмениваться с диспетчером сообщениями и заданиями посредством SMS-сообщений и голосовой связи, а также с помощью дисплея связи с водителем, управлять внешними устройствами через дискретные выходы и шины данных. Основные возможности данного устройства: объем записываемой информации составляет 270000 записей, обеспечивая их хранение в течении длительного времени; в бортовом контроллере установлен GSM-модем, который осуществляет доступ контроллера в сеть сотовой связи.

Однако, этот бортовой контроллер обладает следующими недостатками:

- 1) избыточный для дорожно-строительной техники функционал (модуль голосовой связи, модуль дополнительной памяти eMMC);
- 2) трудоемкость установки на машину (в связи с использованием 2-х CAN (SAE J1939 / FMS));
- 3) высокая стоимость (11 000 т. р. за штуку), дорогое обслуживание (из-за наличия дополнительных интерфейсов и сложности диагностики);
- 4) работа GSM-модема в 2G стандарте сотовой связи;
- 5) наличие дополнительных программ для программирования и диагностики («GSMConf», «Авто-ГРАФ-Контроль») [12].

Известен такой продукт, как телематическая платформа «**LOCARUS 702x**» производства ООО «Локарус», города Челябинска, выпущенная в 2008 году. «LOCARUS 702x» – это современное оборудование для построения систем управления каким-либо транспортом. Прибор снабжен российским приемником сигналов ГЛОНАСС/GPS марки NAVIA. Используется низкоуровневый протокол обмена данными с сервером — UDP. Аппаратная платформа LOCARUS 702x дает возможность реализовать работу с любым видом цифровых шин, применяемых на автомобилях [13].

Однако, недостатками данного решения являются:

										Лист
										9
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

– лучшую передачу данных (за счет разработки узкоспециализированного устройства с собственным программным обеспечением и применения более современного модуля GSM);

– снижения стоимости самописца (его стоимость ниже стоимости известных аналогов за счет выбора элементной базы по критерию минимизации отношения «цена/качество»).

Для достижения цели необходимо решить следующие **задачи**:

1) провести сравнительный анализ представленных на рынке бортовых самописцев; определение концепции бортового самописца для дорожно-строительной техники;

2) составить техническое задание на разработку бортового самописца;

3) разработать бортовой самописец:

а) разработать структурную схему самописца;

б) выбрать элементную базу;

в) разработать функциональную схему самописца;

г) разработать общую принципиальную электрическую схему самописца.

4) разработать модуль резервного питания бортового самописца:

а) разработать структурную схему резервного источника питания;

б) выбрать элементную базу;

в) разработать функциональную схему резервного источника питания;

г) разработать общую принципиальную электрическую схему резервного источника питания.

										Лист
										11
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					270304.2020.389 ПЗ	

1 СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ИЗВЕСТНЫХ РЕШЕНИЙ. ОПРЕДЕЛЕНИЕ КОНЦЕПЦИИ БОРТОВОГО САМОПИСЦА ДЛЯ ДОРОЖНО-СТРОИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ

1.1 Сравнительный анализ существующих бортовых самописцев. Бортовой контроллер мониторинга транспорта «АвтоГРАФ-GSM+»

Существует немалое количество систем регистрации данных и мониторинга, бортовых самописцев и контроллеров для многих видов транспортных средств и специализированной техники. Но каждый образец будет иметь какое-либо отличие от других вариантов. Рассмотрим некоторые из них.

Бортовой контроллер мониторинга транспорта «АвтоГРАФ-GSM+»

Произведен ООО «ТехноКом» города Челябинска, выпущенный в 2011 году.

Данный бортовой контроллер является компактным электронным самописцем, который может регистрировать все передвижения автотранспорта при помощи фиксации времени и маршрута в виде меток с определенными географическими координатами, которые получены со спутников глобальной навигационной системы GPS (NAVSTAR) или ГЛОНАСС. Также, с записью координат, производится запись некоторых других параметров устройства: скорость, направление движения, счетчики событий и т.д., а также состояния дискретных и аналоговых входов контроллера, внешних датчиков и шин данных. Собранные данные и параметры передаются при помощи сети оператора сотовой связи, где стандартом является GSM 900/1800, затем, благодаря технологии пакетной передачи данных GPRS на сервер для хранения, файлы могут быть обработаны специальным программным обеспечением. Получить данные с сервера можно через сеть Интернет [1]. Данное устройство применяется на многих видах транспортных средств, в том числе не только на колесных.

В электронном самописце использован дополнительный модуль энергонезависимой памяти eMMC.

										Лист
										12
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ					

Используются интерфейс передачи данных – RS-232. И стандарт передачи данных по последовательному двухпроводному каналу связи – RS-485. Присутствует USB-порт. CAN-шина для комбинирования в одну сеть специальных устройств, датчиков и дополнительного оборудования. Поддерживаются как аналоговые, так и дискретные входы.

Изображение бортового контроллера представлено на рисунке 1.1 [11,12].



Рисунок 1.1 – Бортовой контроллер мониторинга транспорта
«АвтоГРАФ-GSM+»

1.2 Телематическая платформа «LOCARUS 702x»

Произведена ООО «Локарус», города Челябинска, выпущенная в 2008 году.

LOCARUS 702x — это надежная телематическая платформа для создания специальных систем по управлению транспортными средствами. Данный прибор может совмещать и анализировать в себе устройства, подключенные в бортовой сети, которая состоит из штатного оборудования и дополнительных датчиков, навигатора, резервного источника питания и т. д. А так же телематическая платформа устанавливается без каких-либо дополнительных устройств и подключений для решения базовых задач. Прибор имеет приемник сигналов ГЛОНАСС/GPS. Использует собственный транспортный низкоуровневый протокол обмена с сервером на базе UDP. Предусмотрена голосовая связь.

Ее роль выполняет гарнитура КМС-17. Обладает высокой прочностью.

									Лист
									13
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ				

Существует контроль напряжения питания . Изображение телематической платформы представлено на рисунке 1.2 [13,14].



Рисунок 1.2 – Телематическая платформа
«LOCARUS 702x»

1.3 Навигационный контроллер Galileo GPS/ГЛОНАСС 2.5

Произведен ООО «НПО «ГалилеоСкай» в Перми. Был выпущен в 2015 году.

Galileosky v 2.5 – GPS/ГЛОНАСС терминал, который обладает допустимым функционалом для построения полной системы мониторинга транспортных средств. Также для получения координат о расположении транспорта, уровня расхода топлива и пробега, прибор обеспечивает контроль необходимых параметров транспортного средства и позволяет обрабатывать данные с внешних устройств.

Возможна идентификация водителей. Получение данных с тахографов и меток поможет вести мониторинг графика труда и отдыха, а также при необходимости проводить расследования фактов сливов, незапланированных загрузок и погрузок и выявить недобросовестных водителей. Обладает встроенной энергонезависимой памятью. Имеет возможность программирования и обеспечивает надёжный спутниковый мониторинг транспорта и подключение различных внешних датчиков и устройств. Современные автомобили уже на конвейере оснащаются большим количеством штатной электроники и устройств. Получать данные с этих устройств,

									Лист
									14
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ				

например, время работы двигателя, обороты, расход топлива, пройденное расстояние и другие параметры можно за счет поддержки терминалом Galileosky v 2.5 CAN-шины [15]. Изображение навигационного контроллера представлено на рисунке 1.3 [15].



Рисунок 1.3 – Навигационный контроллер Galileo GPS/ГЛОНАСС 2.5

1.4 Навигационный контроллер Arnavi 4

Произведен ООО «Аруснави Электроникс» в Москве.

Навигационный контроллер ARNAVI 4 / ARNAVI 4 GELIOS в большинстве случаев применяется для наблюдения за передвижными объектами на различных расстояниях и используется с различными типами программных комплексов. Для большего контроля за параметрами автомобиля или дополнительного оборудования, к устройству могут быть подключены дискретные, аналоговые или частотноимпульсные датчики (датчики расхода топлива, наличия пассажира, температуры и др).

Встроенный датчик движения (ускорения) используется в интеллектуальных алгоритмах энергосбережения, а также может применяться для определения мест стоянок транспортного средства. Трекер может фиксировать уровень GSM сигнала, идентифицировать базовые станции и достоверность навигационных

										Лист
										15
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

данных в момент записи каждой координатной точки. Доступна функция обновления встроенного программного обеспечения без демонтажа с объекта и без необходимости непосредственного доступа к устройству (по каналу GSM).

Предусмотрено подключение цифровых датчиков по интерфейсам RS232, RS485, 1-WIRE. Два программируемых выхода «замыкание на массу» позволяют удаленно управлять такими системами как автозапуск или блокировка двигателя [16]. Изображение навигационного контроллера представлено на рисунке 1.4 [16].



Рисунок 1.4 – Навигационный контроллер Arnavi 4

1.5 Навигационный контроллер Mielta M3. Общее сравнение бортовых самописцев

Произведен «Миэлта Технологии» в Тамбове, выпущенный в 2015 году.

Данный контроллер навигации включает в себя встроенные антенны, которые облегчают установку на транспортные средства. Существует возможность локальной конфигурации при его помощи, обновление программного обеспечения и выгрузка параметров. Есть возможность подключения дополнительного аккумулятора. Может производить питание от USB-порта. Основные разъемы корпуса обладают защитой от постороннего вмешательства.

Конфигуратор отличается удобным и понятным интерфейсом. Трекер имеет резервную копию собственной прошивки и поддерживает несколько способов

										Лист
										16
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ					

конфигурирования и обновления ПО.

Терминал сочетает в себе все необходимые для интеграции аппаратные и программные возможности. MIELTA M3 способен быстро и надежно решить задачу контроля и учета на любом объекте [17]. Изображение навигационного контроллера представлено на рисунке 1.5 [17].



Рисунок 1.5 – Навигационный контроллер Mielta M3

Рассмотрев варианты существующих бортовых самописцев, можно выделить в каждом образце свои преимущества и недостатки. Для более детального обзора необходимо составить сравнительную таблицу в которой будут сопоставлены основные аспекты каждого устройства. Перейдем к таблице 1.1.

Таблица 1.1 – Сравнительный анализ бортовых устройств регистрации

Критерий Устройство	Преимущества	Недостатки	Примерная цена
Бортовой контроллер мониторинга транспорта «АвтоГРАФ-GSM+»	– обмен с диспетчером сообщениями и указаниями посредством SMS-сообщений и голосовой связи;	– избыточный для дорожно-строительной техники функционал; – работа GSM- модема	12000 т.р.

Продолжение табл.1.1 – Сравнительный анализ бортовых устройств регистрации

Критерий Устройство	Преимущества	Недостатки	Примерная цена
	<p>– если по каким-либо причинам отправка данных на сервер по основному каналу невозможна, устройство использует для передачи данных резервный канал.</p>	<p>в 2G стандарте сотовой связи; – наличие дополнительных программ для программирования и диагностики.</p>	
<p>Телематическая платформа «LOCARUS 702х»</p>	<p>– прибор снабжен российским приемником сигналов ГЛОНАСС/GPS; – возможность реализовать работу с любым видом цифровых шин, применяемых на автомобилях.</p>	<p>– узконаправленное программное обеспечение; – универсальные опции, бесполезные для мониторинга состояния основных агрегатов гусеничной машины; – возможен сбой GPRS-модуля при длительном использовании.</p>	<p>10500 т.р.</p>

Окончание табл. 1.1 – Сравнительный анализ бортовых устройств регистрации

Критерий Устройство	Преимущества	Недостатки	Примерная цена
Навигационный контроллер Galileo GPS/ГЛОНАСС 2.5	<ul style="list-style-type: none"> – позволяет обрабатывать данные с различных внешних устройств; – расширенный диапазон рабочих температур; – онлайн мониторинг позиции и состояния транспортного средства 	<ul style="list-style-type: none"> – поддержка только одной SIM-карты; – небольшое количество подключения датчиков и устройств; – напряжение питания не более 30 В; – отсутствие поддержки 3G. 	9500 т.р.
Навигационный контроллер Arnavi 4	<ul style="list-style-type: none"> – возможность подключения цифровых датчиков; – встроенный резервный аккумулятор; 	<ul style="list-style-type: none"> – необходимо подключение к каждой контролируемой электрической цепи; – отсутствие подключения к CAN-шине; 	7500 т.р.
Навигационный контроллер Mielta M3	<ul style="list-style-type: none"> - удаленная и локальная конфигурация; - возможность питания от сети и от USB; 	<ul style="list-style-type: none"> - наличие только одной SIM-карты; - отсутствие отправки координат во время стоянки; - излишний функционал. 	7000 т.р.

- 2) ускоренную передачу данных (за счет разработки узкоспециализированного устройства с собственным программным обеспечением и применения более современного модуля GSM);
- 3) стоимость самописца меньшую стоимости известных аналогов за счет выбора элементной базы по критерию минимизации отношения «цена/качество».

					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		22

2.2 Процесс выполнения работ

Этапы разработки бортового самописца:

- а) описание устройства и разработка структурной схемы самописца;
- б) выбор элементной базы;
- в) разработка функциональной схемы самописца;
- г) разработка общей принципиальной электрической схемы самописца.

Разработка резервного источника питания включает:

- а) разработка структурной схемы резервного источника питания;
- б) выбор элементной базы;
- в) разработка функциональной схемы резервного источника питания;
- г) разработка общей принципиальной электрической схемы резервного источника питания.

Составление общей функциональной схемы эксплуатационного бортового устройства с резервным источником питания.

2.3 Требования к разрабатываемому устройству

- входное напряжение – до 36 В;
- потребляемый ток не более 500 мА;
- поддержка интерфейсов CAN, SPI;
- тип памяти программ – FLASH;
- размер FLASH-памяти – не менее 32 Кбайт;
- наличие резервного источника питания;
- наличие USB-порта;
- наличие модема GPRS/GSM;
- поддержка двух SIM-карт;
- время работы от резервного источника питания не менее 24 часов;
- дополнительная FLASH-память не менее 6 Гб;
- пылевлагозащита по стандарту IP55.

										Лист
										24
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					270304.2020.389 ПЗ	

Таким образом обозначены назначение и цель данной выпускной квалификационной работы. Составлен процесс выполнения работ для каждой составляющей бортового устройства регистрации с перечнем основных требований, которые предъявлены для данного устройства.

					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		25

3 РАЗРАБОТКА БОРТОВОГО УСТРОЙСТВА РЕГИСТРАЦИИ

3.1 Разработка структурной схемы бортового самописца

Для качественного выполнения своих функций бортовое устройство регистрации данных должно слаженно работать с каждым компонентом как своей системы оборудования, так и с системой дорожно-строительной техники.

В данном устройстве существует определенное количество потребителей питания для которых необходимо собственное рабочее напряжение. Стандартным питанием дорожно-строительной техники являются 24 В. Следовательно, необходимой задачей будет преобразование напряжение из 24 В, в напряжение нужное каждому потребителю. С этим преобразованием успешно справляются импульсные источники питания (ИИП).

Импульсный источник питания (ИИП) – устройство, работающее по принципу инвертирования. ИИП преобразует переменное напряжение в постоянное, а затем снова преобразует постоянное напряжение в переменное, но уже с определенной величиной. Основными напряжениями, которые будут преобразовываться для дальнейшего использования в данном устройстве являются 4 В и 5 В. Основными потребителями питания являются: GPRS-модем, микроконтроллер, FLASH-память, стабилизатор напряжения, драйвер CAN-шины.

Взаимодействие, управление и обмен информацией электрических устройств, датчиков с бортовым самописцем в дорожно-строительной технике происходит по CAN-шине.

CAN-шина – это определенный стандарт промышленной сети, который направлен на обмен информацией между исполнительными устройствами, датчиками, электронными устройствами в каком-либо виде транспорта. CAN-шина обладает последовательным, широкополосным, пакетным режимом передачи.

Также нельзя забывать о безопасности оборудования. В данном устройстве предусмотрены защиты компонентов от короткого замыкания, перенапряжения и переплюсовки [19-33].

										Лист
										26
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата						

поддержка двух SIM-карт, небольшие габариты, приемлемый ценовой диапазон, востребованность на рынке и низкое энергопотребление.

При подборе GSM-модуля был выбран вариант от компании SIMCom Wireless Solutions: SIM800C-DS. Это компактный с большим функционалом четырехдиапазонный GSM/GPRS модуль сотовой связи, который поддерживает две SIM-карты. Модуль GSM/GPRS представлен на рисунке 3.3. Технические характеристики модуля GSM/GPRS SIM800C-DS представлены в таблице 3.2 [36,37].

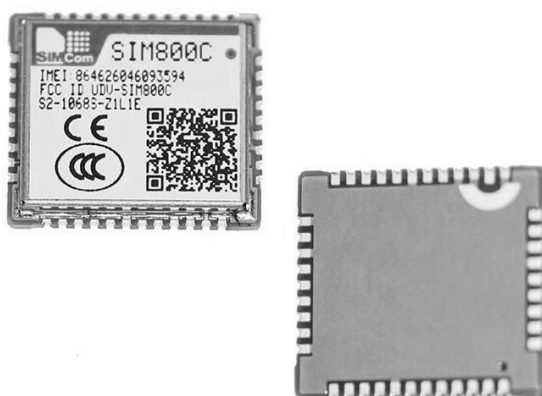


Рисунок 3.3 – Внешний вид модуля GSM/GPRS SIM800C-DS

Таблица 3.2 – Технические характеристики модуля GSM/GPRS SIM800C-DS

Диапазоны GSM	850 / 900 / 1800 / 1900 МГц
Размеры	15.7 x 17.6 x 2.3 мм
Интерфейсы	2xUART, USB, GPIO, ADC, I2C, PCM
Аналоговые аудиоинтерфейсы	RTC, поддержка SD карты и двух SIM-карт (3 В/1.8 В), антенные выводы GSM и Bluetooth
Протоколы	HTTP и FTP
Напряжение питания	3,4 ... 4,4 В
Рабочий температурный диапазон	-40 °С ... +85 °С
Встроенные стеки	TCP/IP, UDP/IP

3.2.3 Приемопередатчик CAN

При помощи интерфейса CAN происходит объединение исполнительных органов, устройств и датчиков в единую сеть управления. Для связи CAN-контроллера, непосредственно, с самой CAN-шиной, и подключенными к ней устройствами используются приемопередатчики. Они образуют полудуплексный канал связи с определенной скоростью передачи (до 1 Мбит/с) и применяются промышленных и автомобильных системах. В данном бортовом самописце используется приемопередатчик от компании NXP Semiconductor, модели PCA82C250T. Внешний вид приемопередатчика CAN PCA82C250T представлен на рисунке 3.4. Технические характеристики приемопередатчика CAN PCA82C250T представлены в таблице 3.3. Схема подключения приемопередатчика PCA82C250T представлена на рисунке 3.5 [38].

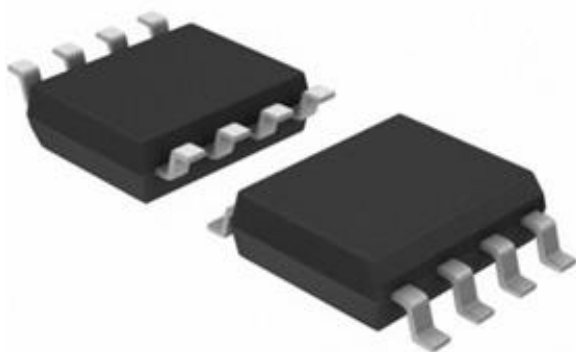


Рисунок 3.4 – Внешний вид приемопередатчика
CAN PCA82C250T

Таблица 3.3 – Технические характеристики приемопередатчика CAN PCA82C250

Тип	CAN приемопередатчик
Количество драйверов/приемников	1/1
Режим работы	Полудуплекс
Гистерезис приемника	150 мВ
Напряжение питания	4.5 ... 5.5 В
Рабочая температура	-40 ... +125 °С

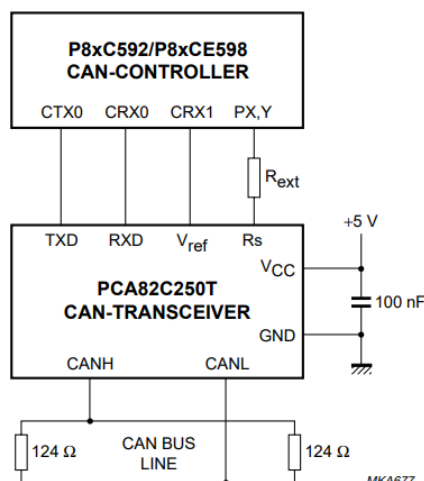


Рисунок 3.5 – Схема подключения PCA82C250T

Таким образом, для подключения необходим подтягивающий резистор $R_{ext}=10$ кОм, конденсатор емкостью 100 нФ и 2 резистора номиналом 124 Ом (из ряда Е6 возьмем номинал 120 Ом).

3.2.4 SD-карта

Для записи необходимых параметров и местоположения, в бортовом устройстве регистрации необходимо предусмотреть дополнительную FLASH-память (не менее 6 Гб). Подключение будет происходить по последовательному периферийному интерфейсу SPI. В качестве SD-карты используется флеш-накопитель Transcend: TS8GSDC300S, емкостью памяти на 8 Гб. Внешний вид SD-карты TS8GSDC300S представлен на рисунке 3.6. Технические характеристики SD-карты TS8GSDC300S представлены в таблице 3.4 [39]

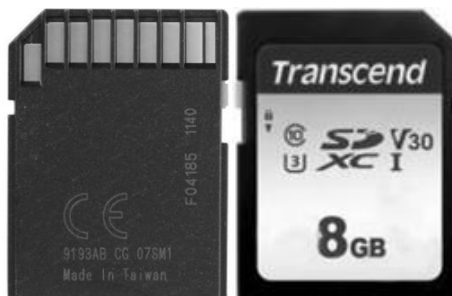


Рисунок 3.6 – Внешний вид SD-карты TS8GSDC300S

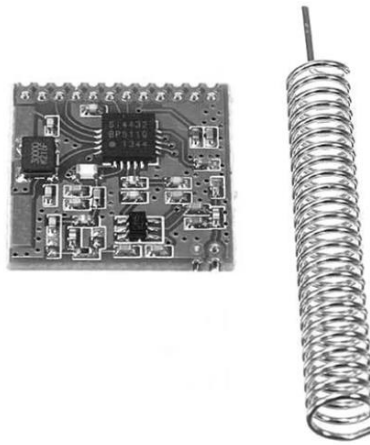


Рисунок 3.7 – Внешний вид трансивера SI4432 (RF22)

Подключение трансивера к микроконтроллеру выполняется в соответствии с паспортом устройства.

3.2.6 Держатель для SIM-карты

Для фиксации SIM-карты необходимо устройство, которое будет надежно удерживать ее и соответствовать выводам SIM-карты. В данном бортовом самописце необходимо наличие двух SIM-карт, следовательно, нужно предусмотреть два держателя.

Подходящим вариантом будет DS1138-07-06 SS4BSR. Данный держатель имеет тип слота для Mini SIM с количеством контактов равным 6. Диапазон рабочих температур от -40 °C до +105°C.

Внешний вид держателя DS1138-07-06 представлен на рисунке 3.8 [42].

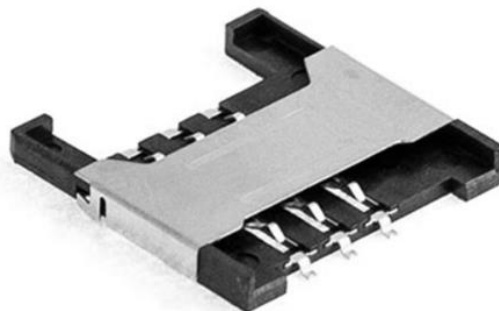


Рисунок 3.8 – Внешний вид держателя
DS1138-07-06 SS4BSR

3.2.7 Преобразователи напряжения

В данном бортовом самописце нужно преобразовать входное напряжение бортовой сети дорожно-строительной техники равное 24 В в напряжение на выходе 5 В для драйвера CAN-шины, 4 В для GSM/GPRS модуля и 3.3 В для микроконтроллера и трансивера.

Для преобразования 24 В в 5 В и в 4 В необходимо использовать импульсный преобразователь напряжения.

Импульсный преобразователь напряжения (импульсный источник питания) – устройство, которое преобразует напряжение одной величины в напряжение другого уровня с использованием индуктивных накопителей энергии. Эти преобразователи имеют высокий КПД, могут достигать КПД равным 95%. Существуют преобразователи с возможностью получения пониженного, повышенного или инвертированного напряжения на выходе [43-47].

Преобразование в импульсную форму и обратно может быть чисто внутренней операцией, и на входе и выходе импульсного преобразователя вполне могут быть сглаженные плавно изменяющиеся электрические величины.

Основным аргументом для выбора импульсного преобразователя напряжения является высокий КПД.

Подходящим решением для преобразования 24 В в 5 В является МС33063АД компании Texas Instruments. Низкая стоимость и небольшое количество внешних элементов является большим удобством для монтажа и расчетов. Внешний вид МС33063АД изображен на рисунке 3.9. Технические характеристики импульсного преобразователя напряжения МС33063АД представлены в таблице 3.6.

					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		34

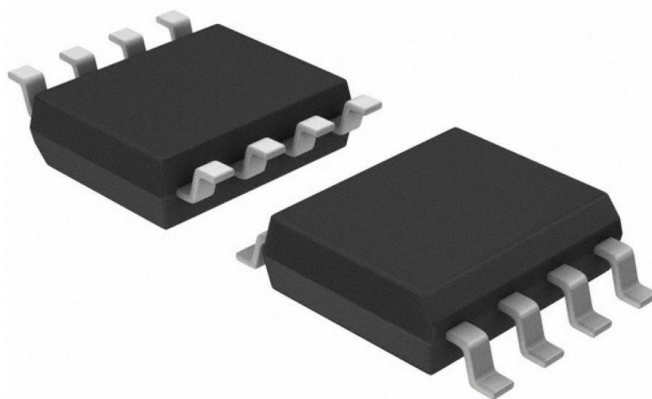


Рисунок 3.9 – Внешний вид MC33063AD

Таблица 3.6 – Технические характеристики импульсного преобразователя напряжения MC33063AD

Входное напряжение, В	3...40
Выходное напряжение, В	5
Выходной ток, А	до 1,5
Диапазон температур, °С	-40 ... +125
КПД, %	83,7

Для получения фиксированного выходного напряжения импульсному преобразователю напряжения нужна определенная обвязка из резисторов, конденсаторов и катушек. На рисунке 3.10 представлена схема подключения импульсного преобразователя напряжения [48-51].

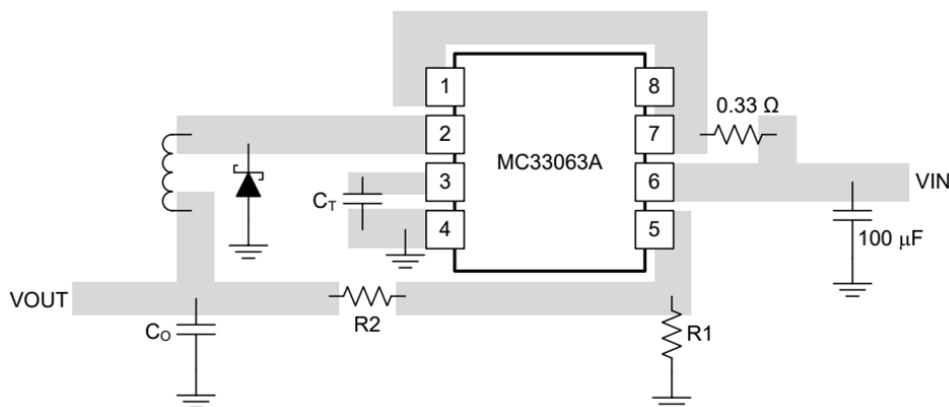


Рисунок 3.10 – Схема подключения импульсного стабилизатора

Необходимые формулы для расчета всех номиналов представлены в паспорте устройства.

Рассчитаем отношение времени:

$$\frac{t_{on}}{t_{off}} = \frac{U_{out} + U_F}{U_{in(min)} - U_{sat} - U_{out}} = \frac{5 + 0,5}{24 - 1 - 5} = 0,306.$$

Рассчитаем период времени ключевого элемента:

$$(t_{on} + t_{off}) = \frac{1}{f} = \frac{1}{50000} = 20 \text{ мкс.}$$

Промежуток времени, когда ключевой элемент закрыт:

$$t_{off} = \frac{t_{on} + t_{off}}{\frac{t_{on}}{t_{off}} + 1} = \frac{20}{0,306 + 1} = 15,314 \text{ мкс.}$$

Промежуток времени, когда ключевой элемент открыт:

$$t_{on} = (t_{on} + t_{off}) - t_{off} = 20 - 15,314 = 4,686 \text{ мкс.}$$

Емкость частото задающего конденсатора:

$$C_T = 4 \cdot 10^{-5} t_{on} = 4 \cdot 10^{-5} \cdot 4,686 \cdot 10^{-6} = 187,44 \text{ пФ.}$$

Пиковый ток через индуктивность:

$$I_{pk(switch)} = 2I_{out(max)} = 2 \cdot 0,6 = 1,2 \text{ А.}$$

Резистор, отключающий микросхему при превышении тока:

$$R_{SC} = \frac{0,3}{I_{pk}(switch)} = \frac{0,3}{1,2} = 0,25 \text{ Ом.}$$

Минимальная индуктивность катушки:

$$L_{min} = \frac{U_{in(min)} - U_{sat} - U_{out}}{I_{pk}(switch)} \cdot t_{on} = \frac{24 - 1 - 5}{0,6} \cdot 4,686 \cdot 10^{-6} = 140 \text{ мкГн.}$$

Емкость конденсатора фильтра:

$$C_o = \frac{I_{pk}(switch) \cdot (t_{on} + t_{off})}{8 \cdot U_{ripple(pp)}} = \frac{0,6 \cdot 20 \cdot 10^{-6}}{8 \cdot 1,2} = 1,25 \text{ мкФ.}$$

Делитель напряжения рассчитывается по формуле 3.1:

$$U_{out} = 1,25 \cdot \left(1 + \frac{R2}{R1}\right) \quad (3.1)$$

$$\frac{R2}{R1} = \frac{U_{out}}{1,25} - 1 = \frac{5}{1,25} - 1 = 3.$$

Следующим этапом нужно выбрать конденсаторы C_T , C_o , резисторы R_{SC} , $R1$, $R2$ и катушку L из ряда номиналов Е6. В расчетах выше указаны минимальные значения, были же выбраны значения, которые выше рассчитанных и имеются в наличии. Таким образом:

$C_T = 100$ пФ;

$C_o = 100$ мкФ;

R_{SC} – 4 резистора по 1 Ом, подключенные параллельно;

$R1 = 1,5$ кОм;

									Лист
									37
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	270304.2020.389 ПЗ				

$R2 = 4,7 \text{ кОм};$

$L = 220 \text{ мкГн}.$

Конечным этапом подбора является выбор диода Шоттки, который будет подобран позже.

Подходящим решением для преобразования 24 В в 4 В является LM22676 от компании ON Semiconductor. Он обладает большим выходным током, что необходимо для GSM/GPRS модуля и имеет легкий монтаж. Внешний вид LM22676 изображен на рисунке 3.11. Технические характеристики импульсного преобразователя напряжения LM22676 представлены в таблице 3.7 [46-51].

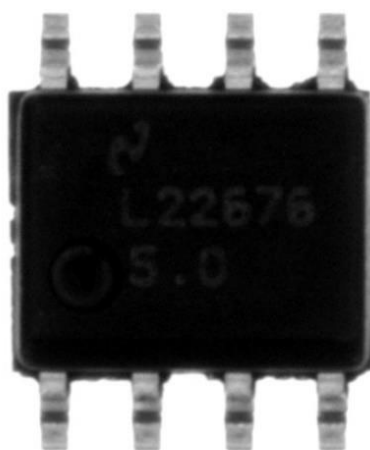


Рисунок 3.11 – Внешний вид преобразователя
напряжения LM22676

Таблица 3.7 – Технические характеристики импульсного преобразователя напряжения LM22676

Входное напряжение	4,5 В ... 42 В
Выходное напряжение	1,29 В ... 37 В
Выходной ток	3 А
Рабочая температура	-40 ... +125 °С
КПД	90%

Для выходного напряжения равным 4 В необходимо подобрать делитель напряжения, который вычисляется по формуле 3.2:

$$R_{f_{bt}} = \left(\frac{U_{out}}{1,285} - 1 \right) \cdot R_{f_{bb}}. \quad (3.2)$$

Для значения $R_{f_{bb}}$ оптимальным вариантом сопротивления является 1 кОм по паспорту устройства.

$$R_{f_{bt}} = \left(\frac{4}{1,285} - 1 \right) \cdot 1000 = 2112 \text{ Ом.}$$

Пиковый ток через индуктивность:

$$I_{pk(switch)} = 2I_{out(max)} = 2 \cdot 3 = 6 \text{ А.}$$

Минимальная индуктивность катушки:

$$L_{min} = \frac{(U_{in} - U_{out}) \cdot U_{out}}{0,3 \cdot I_{pk(switch)} \cdot F_{sw} \cdot U_{in}} = \frac{(24 - 4) \cdot 4}{3,8 \cdot 10^6} = 21 \text{ мкГн.}$$

Необходимо выбрать резистор R и катушку L из ряда номиналов Е6. В расчетах выше указаны минимальные значения, были же выбраны значения, которые выше рассчитанных и имеются в наличии. Конденсаторы будут подобраны из паспорта устройства.

Таким образом:

$$R = 2,2 \text{ кОм;}$$

$$L = 22 \text{ мкГн.}$$

Также в паспорте устройства указано, что необходим диод Шоттки, который будет подобран позже.

									Лист
									39
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата					

Для преобразования из 5В в 3.3В, которое необходимо микроконтроллеру необязательно использовать еще один импульсный стабилизатор, можно обойтись линейным преобразователем с низким падением напряжения (LDO), так как разница между входным и выходным напряжением минимальна. LDO-регуляторы (Low Drop Out) предназначены для стабилизации напряжения с минимальным его падением на стабилизаторе. Иными словами, они должны обеспечивать стабилизацию напряжения при минимально возможной разнице между входным и выходным напряжением [49-51].

В качестве линейного регулятора преобразования напряжения оптимальным вариантом является из-за сравнительно небольшой стоимости и легкости монтажа LM1117IMPX-3.3 компании Texas Instruments. Внешний вид линейного регулятора LM1117IMPX-3.3 представлен на рисунке 3.12. Схема подключения LM1117IMPX-3.3 изображена на рисунке 3.13. Технические характеристики линейного регулятора LM1117IMPX-3.3 представлены в таблице 3.8.

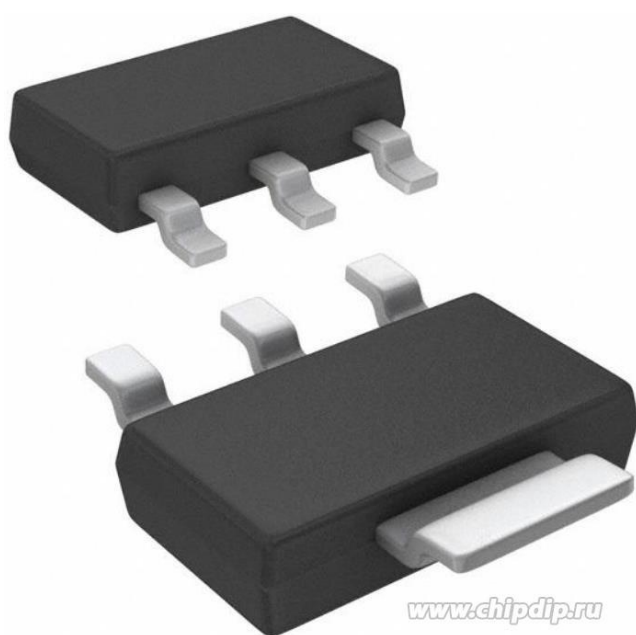


Рисунок 3.12 – Внешний вид LM1117IMPX-3.3

Таблица 3.8 – Технические характеристики LM1117IMPX-3.3

Входное напряжение, В	1.8...5
Выходное напряжение, В	3.3
Выходной ток, мА	до 800
Диапазон температур, °С	-40 ... +125
Полярность	Положительная

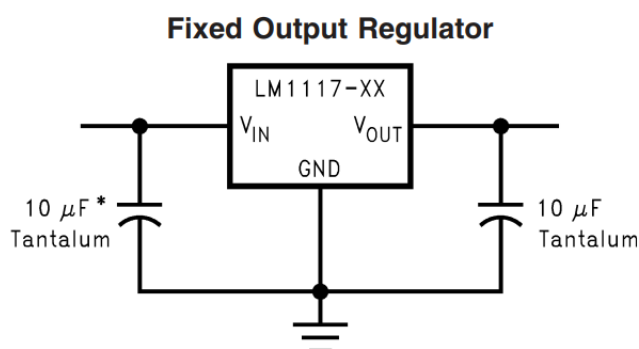


Рисунок 3.13 – Схема подключения LM1117IMPX-3.3

Таким образом, исходя из схемы видно, что для функционирования микросхемы и получения напряжения на выходе равным 3.3 В нужно подключить 2 конденсатора емкостью 10 мкФ [52,53].

3.2.8 Защита от короткого замыкания и переплюсовки

Для того, чтобы обеспечить необходимую степень защиты оборудования надо предпринять меры безопасности, а именно обеспечить вовремя разрыв цепи. Следовательно, для защиты от короткого замыкания нужно на входе питания в устройство установить предохранитель, разрывающий электрическую цепь. Для того, чтобы препятствовать протеканию тока в обратную сторону необходимо предусмотреть диод. Схема защиты от переплюсовки и короткого замыкания представлена на рисунке 3.14 [54].

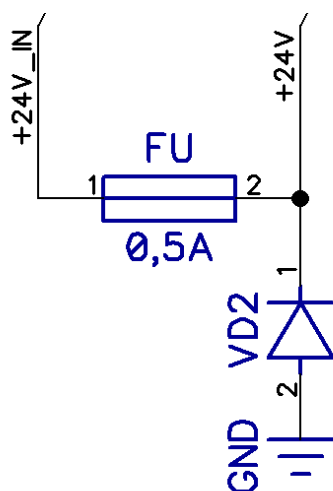


Рисунок 3.14 – Схема защиты от переплюсовки и короткого замыкания

На схеме изображенной выше представлены:

FU – предохранитель – защищает цепь от короткого замыкания;

VD2 – диод – пропускает ток только в одну сторону, препятствуя переплюсовке.

Таким образом все оборудование будет защищено и обесточено при экстренных ситуациях.

3.2.9 Элементы электронной схемы

Конденсаторы

Таблица 3.9 – Технические характеристики конденсатора CC0805KKX5R6BB106

Емкость	10 мкФ
Корпус	0805
Напряжение, В	10
Температурный диапазон, °С	-55...+85
Допуск	± 10%

3.3 Составление функциональной схемы и электрической принципиальной схемы

Таким образом, учитывая всю элементную для эксплуатационного бортового устройства регистрации была составлена окончателная функциональная схема, которая представлена на рисунке 3.31.

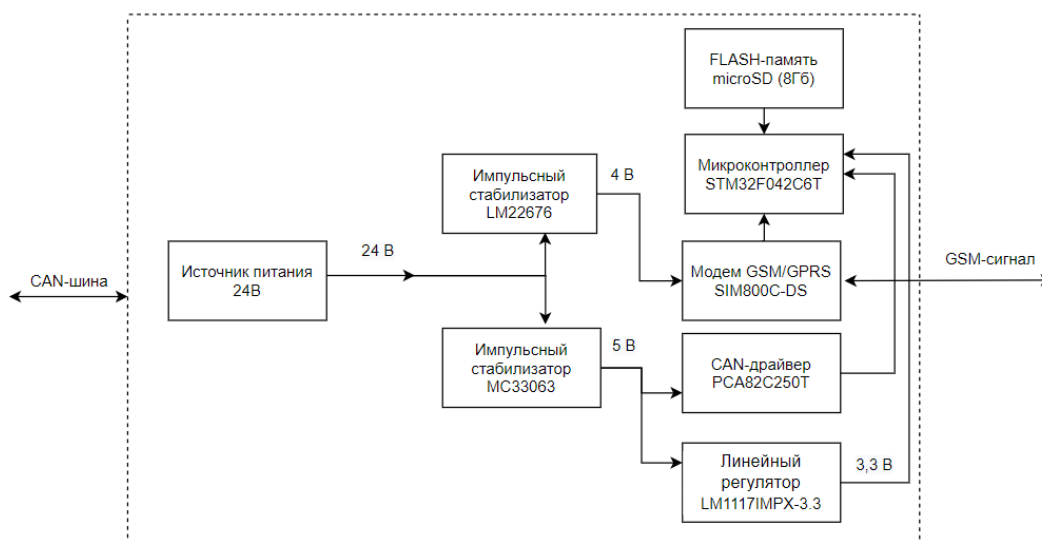


Рисунок 3.31 – Функциональная схема эксплуатационного бортового устройства регистрации

На основании подобранных компонентов и их составляющих в прикладном пакете DipTrace составлена электрическая принципиальная схема, которая представлена в приложении А.

базу с допустимым ценовым диапазоном, чтобы в совокупности получить недорогое устройство, которое будет отвечать всем требованиям безопасности и эксплуатации.

4.2.1 Аккумуляторная батарея

При использовании резервного источника питания основным компонентом для успешной работы является сама аккумуляторная батарея.

Наиболее востребованными и надежными являются аккумуляторы с технологией Li-ion. Основными преимуществами данных аккумуляторных батарей являются: высокая энергоплотность, высокий ток при работе, низкий саморазряд, нет эффекта памяти, широкий диапазон рабочих температур, отсутствие обслуживания.

Подходящим решением для данного бортового самописца является Li18650/3000, Li-ion, 3000mAh от производителя Robiton. В нем уже встроена защита от чрезмерного заряда и разряда. Внешний вид аккумуляторной батареи представлен на рисунке 4.1. Технические характеристики аккумуляторной батареи представлены в таблице 4.2 [68].



Рисунок 4.2 – Внешний вид аккумуляторной батареи Li18650/3000, Li-ion, 3000mAh

Таблица 4.1 – Технические характеристики аккумуляторной батареи Li18650/3000, Li-ion, 3000mAh

Типоразмер	18650
Номинальное напряжение	3.7 В
Номинальная емкость	3000 мАч

					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		52

4.2.2 Повышающе-понижающий преобразователь

Импульсный преобразователь напряжения (импульсный источник питания) – устройство, которое преобразует напряжение одной величины в напряжение другого уровня с использованием индуктивных накопителей энергии. Эти преобразователи имеют высокий КПД, могут достигать КПД равным 95%. Существуют преобразователи с возможностью получения пониженного, повышенного или инвертированного напряжения на выходе. Преобразование в импульсную форму и обратно может быть чисто внутренней операцией, и на входе и выходе импульсного преобразователя вполне могут быть сглаженные плавно изменяющиеся электрические величины.

Основным аргументом для выбора импульсного преобразователя напряжения является высокий КПД.

Для данного устройства необходимо подобрать повышающе-понижающий преобразователь, который будет отдавать на выходе необходимое напряжение для оборудования. Так как микроконтроллер и модуль-GSM питаются от разных величин напряжения, следовательно нужно использовать два повышающе-понижающих преобразователя.

Оптимальным решением для регулировки напряжений является преобразователь с внешней регулировкой напряжения L6920DTR от производителя ST Microelectronics.

Преимуществами данного преобразователя являются: широкий диапазон регулировки выходных напряжений, возможность малого входного напряжения (от 1 В), легкость монтажа и большой температурный диапазон. Внешний вид преобразователя с внешней регулировкой напряжения L6920DTR представлен на рисунке 4.3. Технические характеристики преобразователя напряжения L6920DTR представлены в таблице 4.3. Схема подключения преобразователя с внешней регулировкой напряжение L6920DTR представлена на рисунке 4.2 [69].

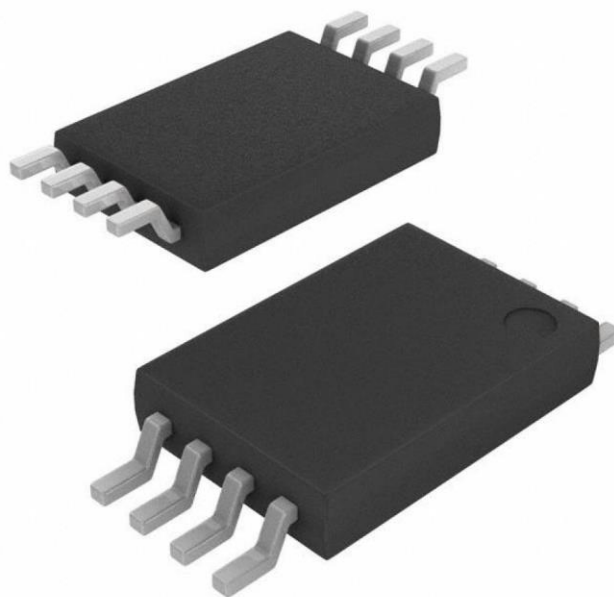


Рисунок 4.3 – Внешний вид преобразователя с внешней регулировкой напряжения L6920DTR

Таблица 2.2–Технические характеристики преобразователя напряжения L6920DTR

Диапазон входных напряжений	0.6 В ... 5.5 В
Диапазон выходных напряжений	2 В ... 5.2 В
Температурный диапазон	-40 °С ... 125 °С

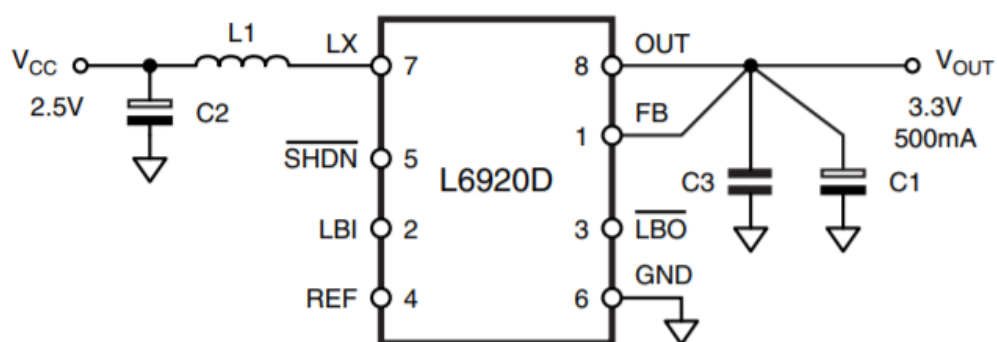


Рисунок 4.4 – Схема подключения преобразователя с внешней регулировкой напряжение L6920DTR

При $R4 = 10 \text{ МОм}$, получаем:

$$4 = 1,23 \left(1 + \frac{1000000}{R5} \right).$$

$$\left(\frac{2,77 * R5 - 1230000}{R5} \right) = 0.$$

$$R5 = \frac{1230000}{2,77} = 444043 \text{ Ом}.$$

Из ряда номиналов Е6 подберем $R5$. Таким образом получаем $R5 = 4,7 \text{ МОм}$.

Для получения более высоких характеристик КПД и уменьшения выходных пульсаций было принято использовать конденсаторы с максимальным номиналом по паспорту устройства равным $C1 = C2 = C4 = 100 \text{ мкФ}$.

Для выбора катушки индуктивности по паспорту устройства сказано, что величина индуктивности влияет на максимальный выходной ток, следовательно необходимо подобрать максимальную величину индуктивности из возможных.

Таким образом, номинал катушки для преобразователя L6920DTR с выходным значением напряжения равным 4 В составляет $L = 33 \text{ мкГн}$ [69,70].

Выбрав все компоненты и оборудование, функциональная схема резервного источника питания для бортового устройства регистрации имеет вид, который изображен на рисунке 2.5.

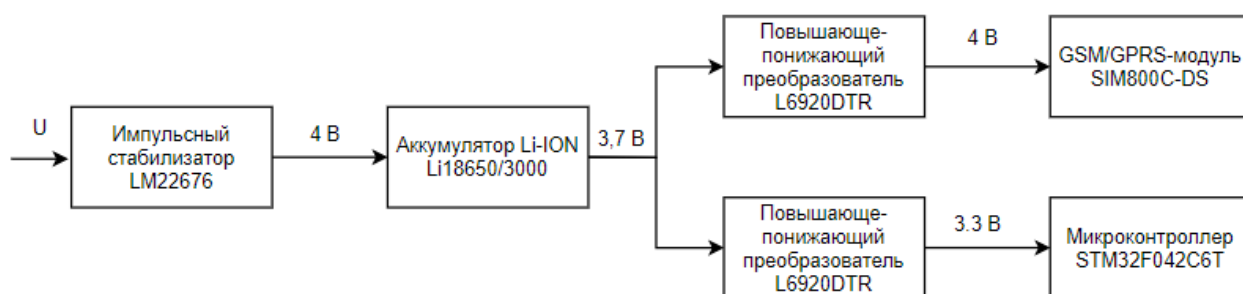


Рисунок 2.5 – Функциональная схема резервного источника питания для бортового устройства регистрации

4.3 Составление общей функциональной схемы и электрической принципиальной схемы

Исходя из всего подобранного оборудования для эксплуатационного бортового устройства регистрации и для резервного источника питания можно реализовать общую функциональную схему всего устройства. Данная схема содержит всю элементную базу готового устройства с обозначениями всего оборудования и их функционалом. Функциональная схема представлена в приложении А.

На основании подобранных компонентов и их составляющих в прикладном пакете DipTrace составлена электрическая принципиальная схема, которая представлена в приложении А [71,72].

					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		57

72. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов. – [http://docs.cntd.ru/document/ 1200108005](http://docs.cntd.ru/document/1200108005).

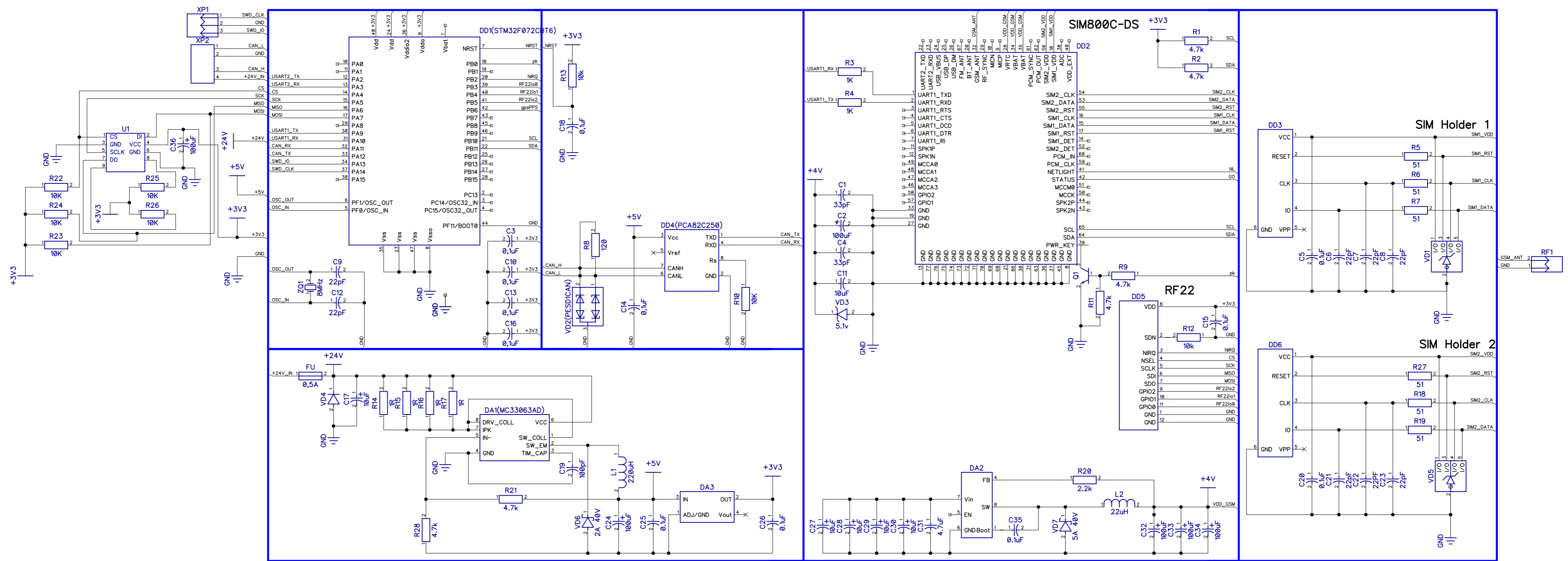
					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		64

ПРИЛОЖЕНИЕ А

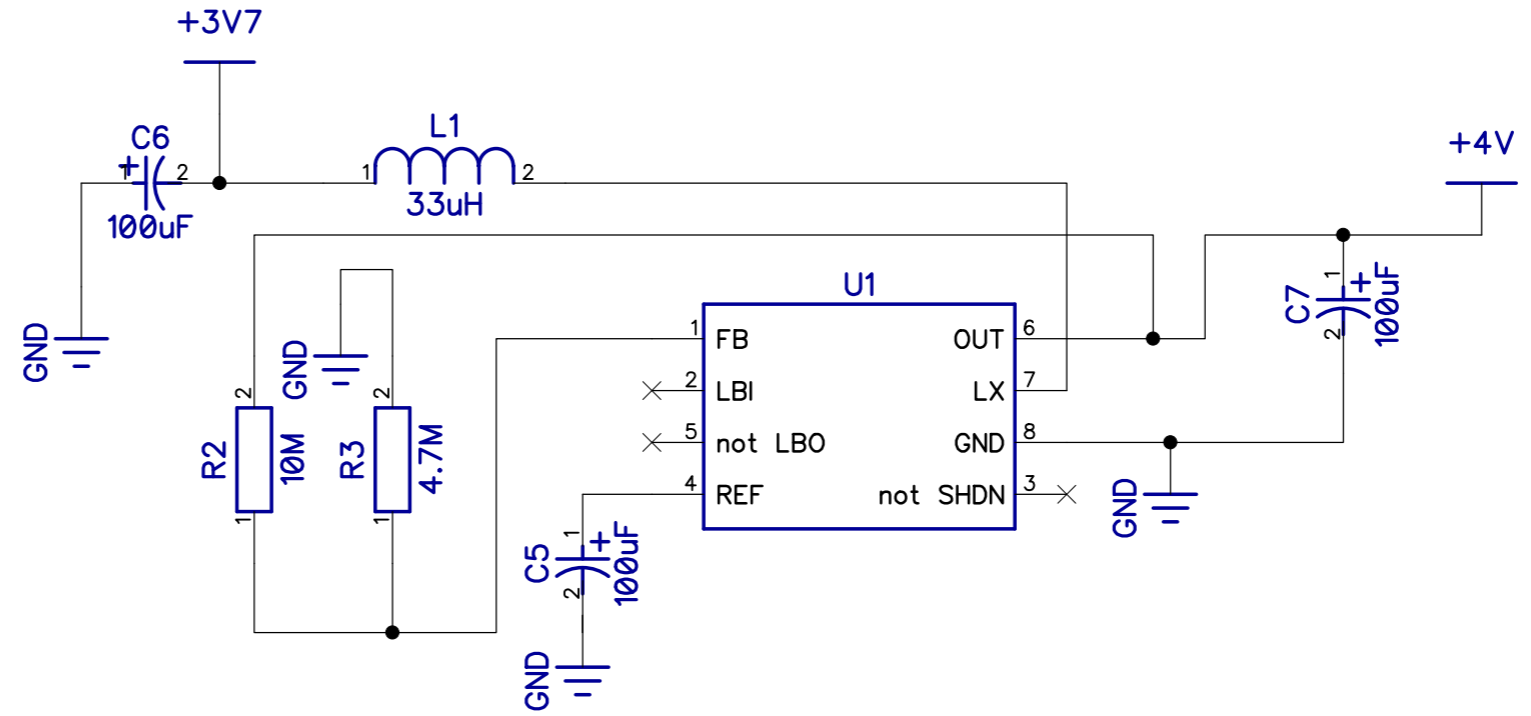
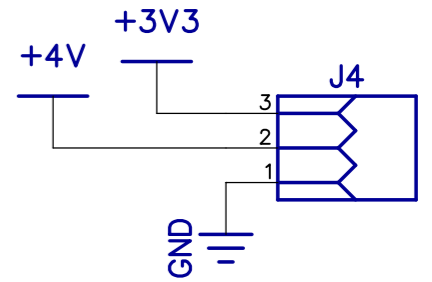
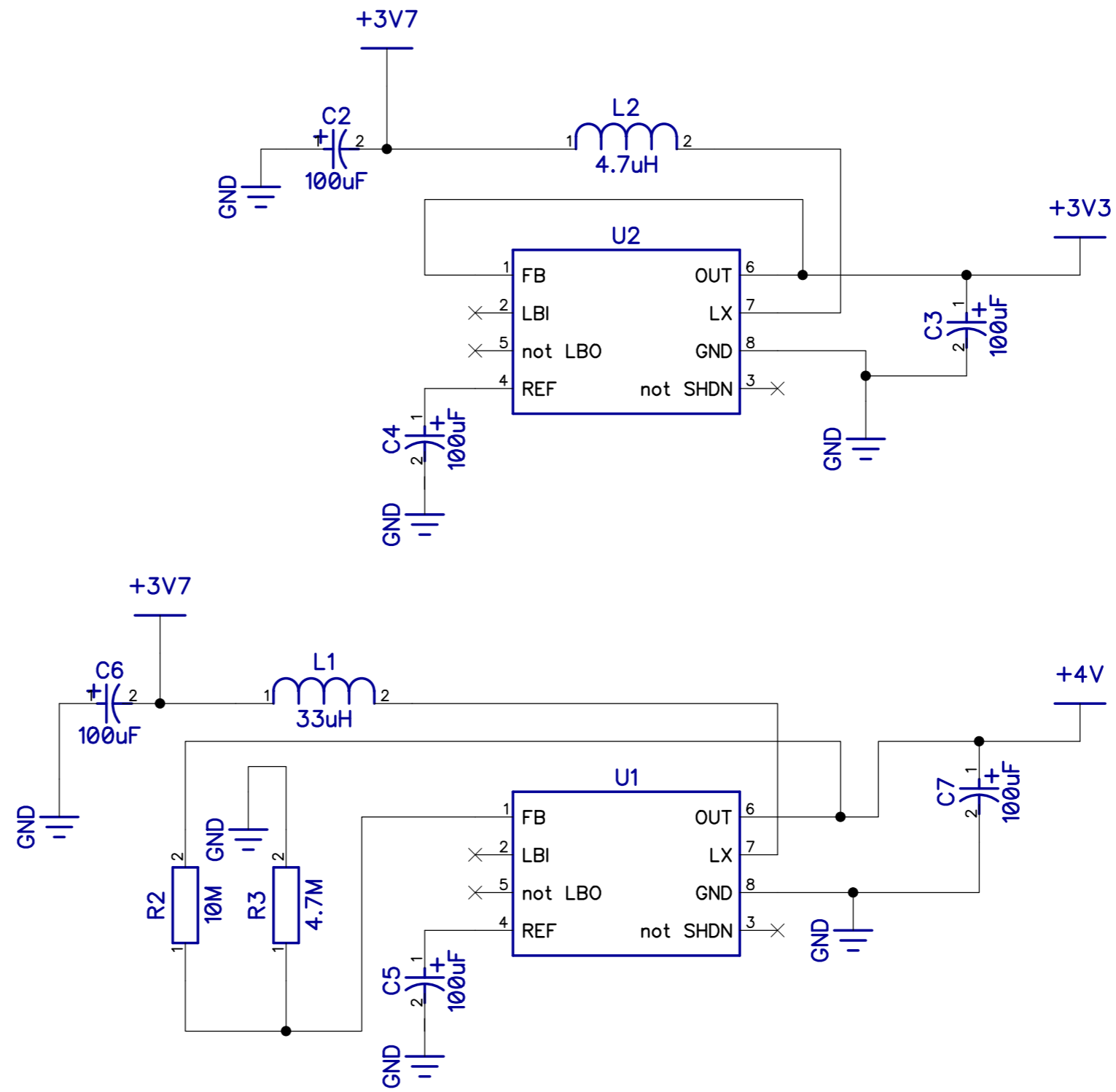
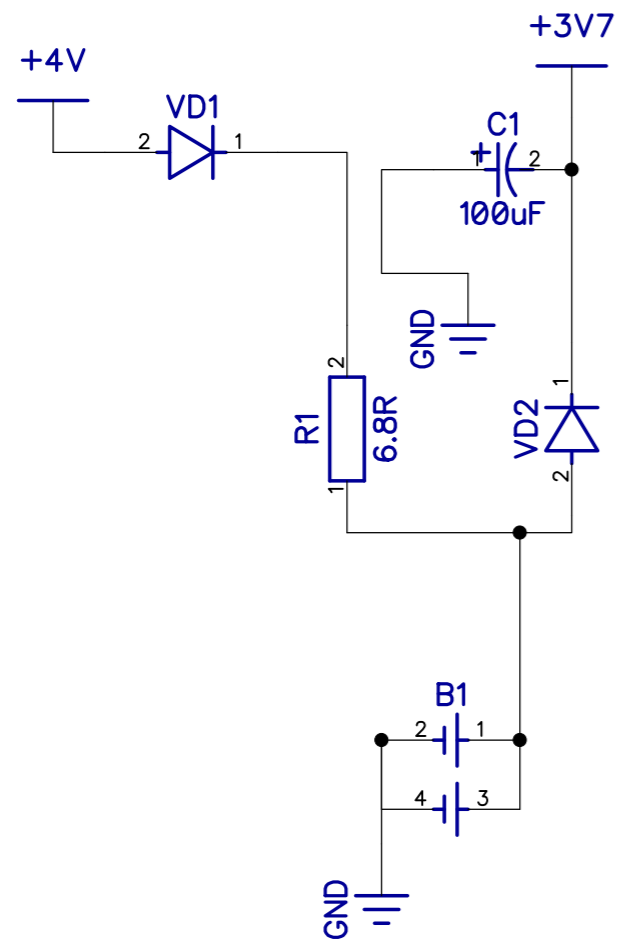
Схемы и чертежи

					270304.2020.389 ПЗ	Лист
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		65

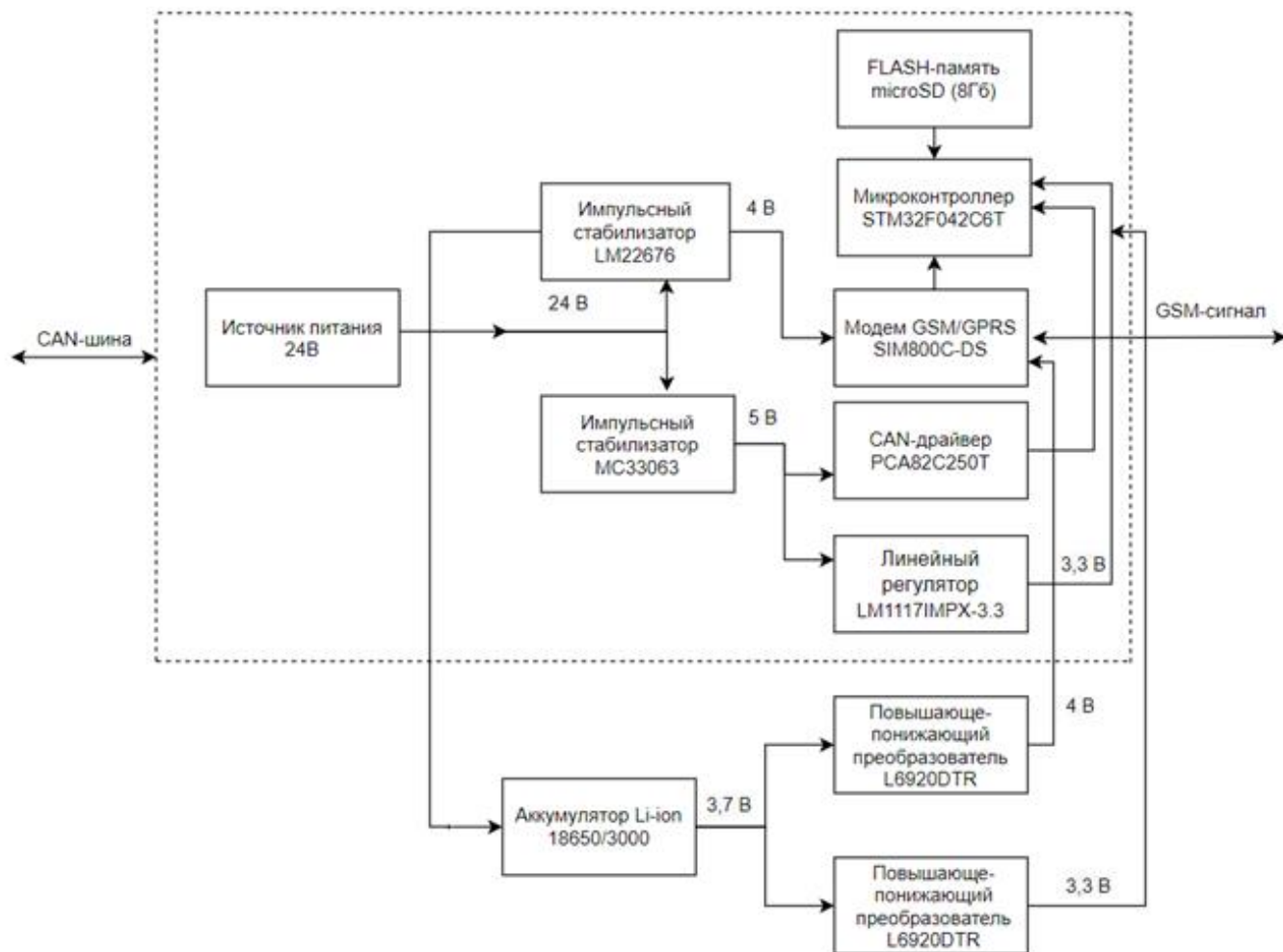
Изм. № подл.	Подп. и дата
Взам. инв. №	Инв. № дубл.
Спраб. №	Подп. и дата
Перв. примен.	



				270304.2020.389.01 Э3		
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Эксплуатационное бортовое устройство регистрации для дорожно-строительной техники	
Разраб.	Малышкин		Мал			
Проб.	Павловская					
Т. контр.	Дубровский					
Н. контр.	Барбасова					
Чиб.	Казаринов				Лист 1	Листов 1
					ЮУрГУ (НИУ) кафедра "АиУ"	



					270304.2020.389.02 ЭЗ			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Резервный источник питания для эксплуатационного бортового устройства регистрации	Лит.	Масса	Масшт.
Разраб.	Малышкин	Мал						2:1
Пров.	Павловская							
Т. контр.	Дубровский					Лист 1	Листов 1	
Н. контр.	Барбасова				ЮУрГУ (НИУ) Кафедра "АУЧ"			
Утв.	Казаринов							



270304.2020.389.01 С2

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Мальшкин		
Пров.		Павловская		
Реценз.		Дудровский		
Н. контр.		Бардасова		
Утв.		Казаринов		

Эксплуатационное
бортовое устройство
регистрации с резервным
источником питания

Лит.	Масса	Масштаб
Лист		Листов 1
ЮУрГУ (НИУ) Кафедра «АиУ»		

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>		
DA1	MC3306AD	1	
DA2	LM22676	1	
DA3	LM1117IMPX-3.3	1	
DD1	STM32F042C6T	1	
DD2	SIM800C-DS	1	
DD3,	DS1138-07-06 SS4BSR	2	
DD6			
DD4	PCA82C250T	1	
DD5	SI4432 RF22	1	
U1	TS8GSDC300S	1	
	<u>Резисторы</u>		
R8	CRCW0803120RFKEA – 120 Ом	1	
R10,R12	AC0803FR-0710KL – 10 кОм	8	
R13,R22			
R23,			
R24,			
R25,			
R26			
R14,R15	RC0603FR-071RL – 1 Ом	4	
R16,R17			
R1,R2,	AC0603FR-074K7L – 4,7 кОм	5	
R9,R21			
R28			
R5,R6,	RC0402FR-0751RL – 51 Ом	6	
R7,R18,			
R19,R27			

270304.2020.389.01 В4					
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	
Разраб.	Мальшкин	Мал			
Пров.	Павловская				
Н. контр.	Барбасова				
Утв.	Казаринов				
Перечень компонентов			Лит.	Лист	Листов
				1	2
			ЮУрГУ (НИУ) Кафедра АуУ		

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
<u>Резисторы</u>			
R20	RC0402FR-072K2L – 2,2 кОм	1	
R3,R4	RC0402FR-071KL – 1 кОм	2	
<u>Конденсаторы</u>			
C1,C12	CC0805KKX5R6BB106 – 10 мкФ	2	
C2,C5,	C0805F104K5RAC7800 – 0,1 мкФ	10	
C8,C9,			
C10,C11,			
C14,C15,			
C3,C4,	NPO – 22 пФ	4	
<u>Катушки индуктивности</u>			
L1	SDR0805-221KL – 220 мкГн	1	
L2	IND_0805 – 22 мкГн	1	
<u>Кварцевый резонатор</u>			
ZQ1	HC-49s – 8 МГц	1	
<u>Диоды</u>			
VD2	PESD1CAN	1	
VD3	2A 40V – SS24	2	диод Шоттки
VD1	ESDA6V1W5	2	
VD4	SMBJ36A-E3/52	1	
<u>Предохранители</u>			
FU	FUSE 1812 – 0,5 А	1	
<u>Разъемы</u>			
RF1	644456-2	1	
XP1	HDR-1x3	1	
XP2	39-28-1043	1	
			Лист
270304.2020.389.01 B4			2
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.
			Дата

Обозначение	Наименование	Кол.	Примечание
	<u>Микросхемы</u>		
U1,U2	L6920DTR	2	
	<u>Резисторы</u>		
R1	RC0402FR-076R8L – 6,8 Ом	1	
R2	RC0402FR-0710ML – 10 мОм	1	
R3	RC0402FR-074M7L – 4,7 мОм	1	
	<u>Конденсаторы</u>		
C1,C2,	TCC1206X5R107M6R3HT – 100 мкФ	7	
C3,C4			
C5,C6,C7			
	<u>Диоды</u>		
VD1,	SMBJ36A-E3/52	2	
VD2			
	<u>Катушки индуктивности</u>		
L1	B82432A1333K000 – 33 мкГн	1	
L2	B82432A1472K000 – 4,7 мкГн	1	
	<u>Разъемы</u>		
J1	2106003-3	1	
B1	TBH-18650-2A-P	1	

270304.2020.389.02 В4				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.	Мальшкин	Мал		
Пров.	Павловская			
Н. контр.	Барбасова			
Утв.	Казаринов			
Перечень компонентов			Лит.	Лист
			1	1
ЮурГУ (НИУ) Кафедра АиУ				

Номер	Формат	Обозначение	Наименование	Кол-во листов
			<u>Текстовые документы</u>	
1	A4	270304.2020.389 ТЗ	Техническое задание	2
2	A4	270304.2020.389 ПЗ	Пояснительная записка	62
			<u>Графические документы</u>	
3	A2	270304.2020.389.01 ЭЗ	Эксплуатационное устройство	1
			устройство регистрации для	
			дорожно-строительной техники	
			Схема электрическая принципиальная	
4	A4	270304.2020.389.01 С2	Эксплуатационное устройство регистрации	1
			для дорожно-строительной техники с	
			резервным источником питания	
			Функциональная схема	
5	A3	270304.2020.389.02 ЭЗ	Резервный источник питания	1
			для эксплуатационного бортового	
			устройства регистрации	
			Схема электрическая принципиальная	
6	A4	270304.2020.389.01 В4	Эксплуатационное устройство регистрации	2
			для дорожно-строительной техники с	
			резервным источником питания	
			Спецификация элементов	
7	A4	270304.2020.389.02 В4	Эксплуатационное устройство регистрации	1
			для дорожно-строительной техники с	
			резервным источником питания	
			Спецификация элементов	

270304.2020.389

Изм	Лист	№ докум.	Подпись	Дата	Лит.	Лист	Листов
Разраб.		Малышкин	Мал				
Пров.		Павловская			"ЮУрГУ (НИУ)" Кафедра "АиУ"		
Н.контр		Бардасова					
Утв.		Казаринов					

Проектирование эксплуатационного бортового устройства регистрации для дорожно-строительной техники