

МОДЕЛЬ ПРОЕКТИРОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКОГО РЕГЛАМЕНТА ПРОФИЛАКТИКИ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРОДСКОГО ПАССАЖИРСКОГО ТРАНСПОРТА СИБИРИ)

Булгаков Н. Ф., Коваленко В. В., Шалимов С. Н.

Сибирский федеральный университет, пр. Свободный, 79, г. Красноярск, 660079, Россия (Политехнический институт, ул. Киренского, 26, г. Красноярск, 660074, Россия), e-mail: office@sfu-kras.ru

В настоящее время проблема повышения уровня надежности, безопасности и эффективности использования автобусов на городских маршрутах с минимальным уровнем эксплуатационных затрат – одно из актуальных направлений по улучшению качества оказания сервисных услуг на транспорте. В данной статье впервые рассматривается научный подход к созданию технического регламента – механизма проектирования единой технической политики на транспорте. Технический регламент базируется на использовании знаний системного подхода, который включает модели, методы и способы проектирования единой технологии и управления системой профилактики автобусов, эксплуатирующихся в реальных условиях эксплуатации Сибири и Крайнего Севера. В статье рассматриваются три этапа, включающие исследование и разработку технического регламента системы профилактики автотранспортного средства.

Ключевые слова: надежность, система профилактики, система технического обслуживания и ремонта автомобилей.

MODEL DESIGN OF TECHNICAL REQUIREMENTS PREVENTION OF COMPLEX SYSTEM (ON THE EXAMPLE OF THE URBAN PASSENGER TRANSPORT EXPLOITATION BY SIBERIA)

Bulgakov N. F., Kovalenko V. V., Shalimov S. N.

Siberian Federal University, 79 Svobodny Prospect, Krasnoyarsk 660041, Russia (Polytechnic Institute, 26 Kirenskogo street, Krasnoyarsk 660047, Russia), e-mail: office@sfu-kras.ru

Currently, the issue of increasing the level of safety, reliability and efficiency of the use of buses on city routes with a minimum level of operating costs, one of the topical directions of the improvement of the quality of service in transport. In this article, for the first time, is considered a scientific approach to the creation of the technical regulations, the mechanism of projecting a unified technical policy on transport. A technical regulation is based on the use of knowledge of the system approach, which includes the models, methods and ways of designing a single technology and management of the system of prevention of buses, operated in real operational conditions of Siberia and the Far North. The article considers three stages, including the research and development of technical regulations of the system of prevention of motor vehicles.

Keywords: reliability, prevention system, the system of technical service and repair of vehicles.

Для обеспечения технической готовности парка в нашей стране принята двухступенчатая система технического обслуживания (ТО) и ремонта автотранспортных средств (АТС). Предложенная система на автомобильном транспорте, еще в прошлом веке, предлагает выполнение ТО-1, ТО-2 и текущий ремонт (ТР) АТС по потребности, то есть в случайное время, в момент проявления внезапного отказа элементов деталей, узлов, агрегатов автобусов (см. рис. 1). Как видно из рисунка, несмотря на плановое проведение ТО в процессе перевозки пассажиров на линии, проявляются внезапные (аварийные) отказы элементов автобуса, которые и обуславливают преждевременные сходы с линии, доставляя неудобства для пассажиров. Таким образом, система ТО и ремонта не выполняет свои

основные функции по обеспечению гамма-процентного уровня безотказной работы в «межпрофилактический» период.

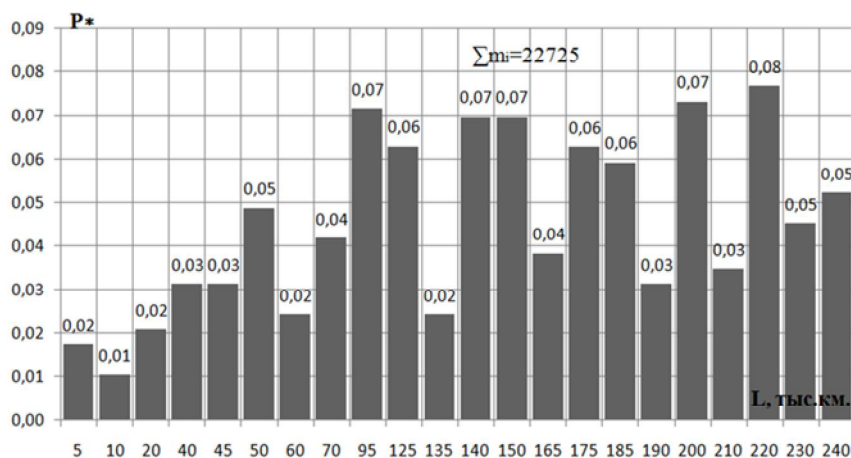


Рисунок 1. Частота внезапных отказов в межпрофилактический период автобусов МАЗ-103

Все это происходит из-за отсутствия знаний о закономерности проявления случайных событий, что приводит существующую систему ТО и ремонта в неуправляемое, хаотичное состояние. В результате возникают очереди, продолжительные простои в очереди. В целом снижается уровень безотказности элементов автобуса, следовательно, и эффективность использования автобусов на маршрутах. Существующие информационное, нормативное, организационное обеспечение не отвечает приемлемому уровню оперативного управления оказания сервисных услуг автобусного парка в рыночных условиях Сибири и Крайнего Севера.

Вот почему предлагается новая технология проектирования системы профилактики, позволяющая существенно улучшить существующую технологию ТО и ремонта автобусов. Новая технология проектирования системы профилактики базируется на использовании системного подхода. Системный подход, как известно, предполагает поэтапное исследование и разработку новых технологий, методов и способов управления системой профилактики автобусов. Для создания технического регламента разработана блок-схемы алгоритма (см. рис. 2), который предусматривает поэтапное обеспечение высокого уровня надежности, безопасности и эффективности работы автобусного парка.

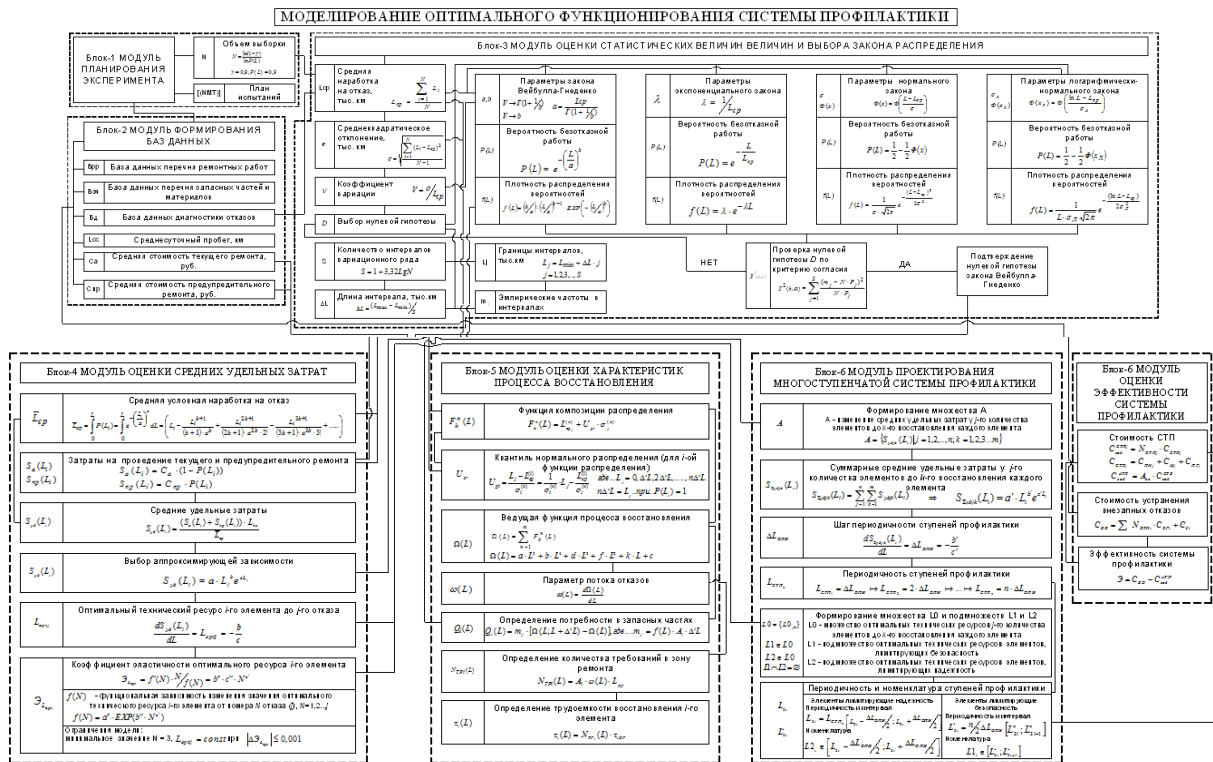


Рисунок 2. Блок-схема алгоритма проектирования технического регламента АТС

Первый блок предлагается произвести анализ состояния вопроса и сформулировать задачи исследования. Второй блок – разработать модель проектирования технологии информационного обеспечения. Блок-схема алгоритма и программа приведена на рис. 3. На основе представляется возможным организовать оперативный учет информации, существенно снизить стоимость простой автобуса в ТО и ремонте, оценить затраты на проведение плановых и текущих (аварийных) работ, снизить время на поиск информации конкретного автобуса. Внедрение разработанной программы на ЭВМ по сбору, хранению и обработке информации [4] позволило выполнять функции по управлению системой профилактики при минимальных затратах по времени: анализировать статистику выполненных работ в зависимости от гос. номера АТС, даты заезда или пробега; выполнять планирование постановки автобусов на плановые виды работ; осуществлять мониторинг затрат на поддержание автобусов в исправном и работоспособном состоянии (см. рис. 4); оценивать затраты в товароматериальных ценностях на парк за месяц, год или больший период; проводить оценку точности выполнения определенных видов работ и др. Итогом работы программы сбора информации является формирование вариационных рядов в автоматизированном исполнении на детали, узлы, агрегаты, системы и виды работ автобусов.

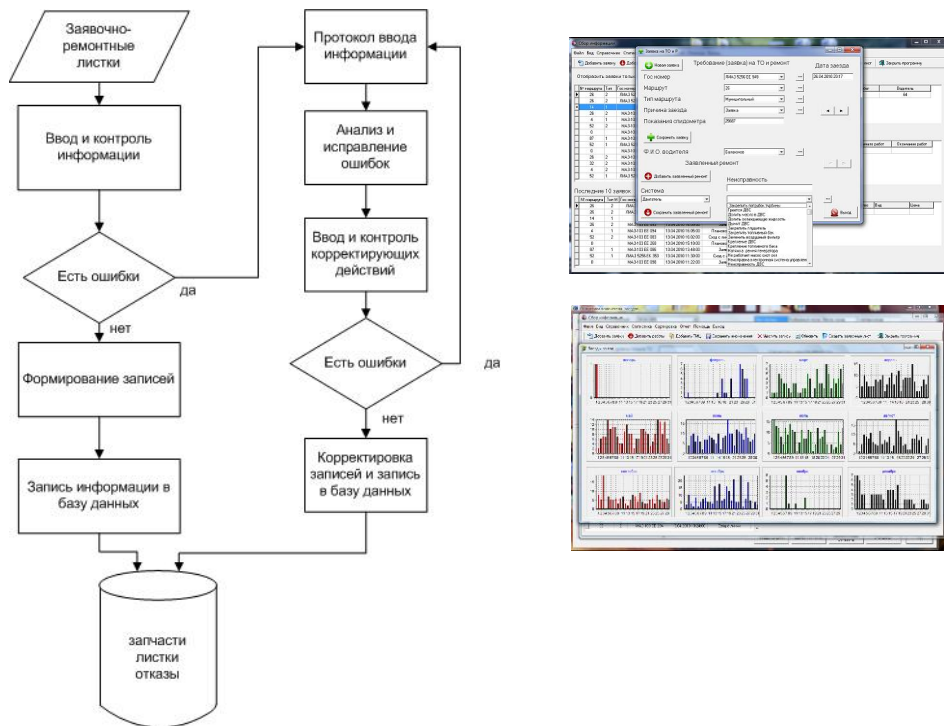


Рисунок 3. Блок-схема алгоритма и программа сбора, обработки и хранения информации

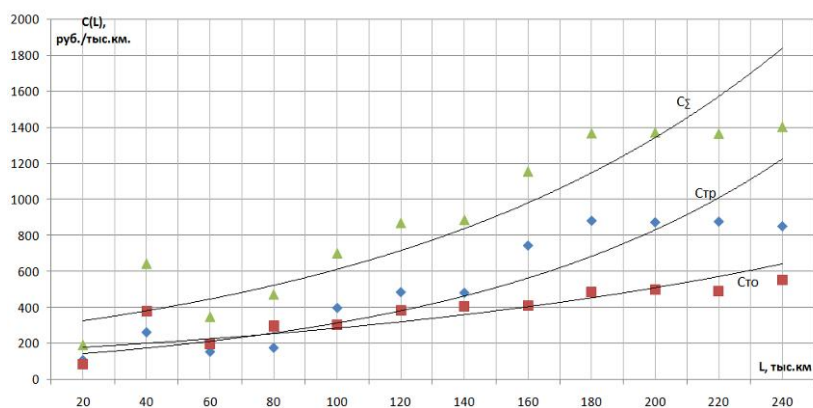


Рисунок 4. Суммарные удельные затраты на плановые работы и внезапные (аварийные) отказы автобуса МАЗ-103

В блоке 3 разработана блок-схема алгоритма и программа для оценивания характеристик надежности и параметров диагностики. На первом этапе оцениваются точечные интервальные оценки: оценивается средняя наработка на отказ, дисперсия, коэффициент вариации. После выдвигается гипотеза о распределении случайных величин по одному из законов распределения (нормальному, Вейбулла-Гнеденко, экспоненциальному, лог.-нормальному и др.), проверяется соответствия полученного вариационного ряда одному из законов. После установления закона распределения производится оценка показателей безотказности, долговечности и ремонтпригодности.

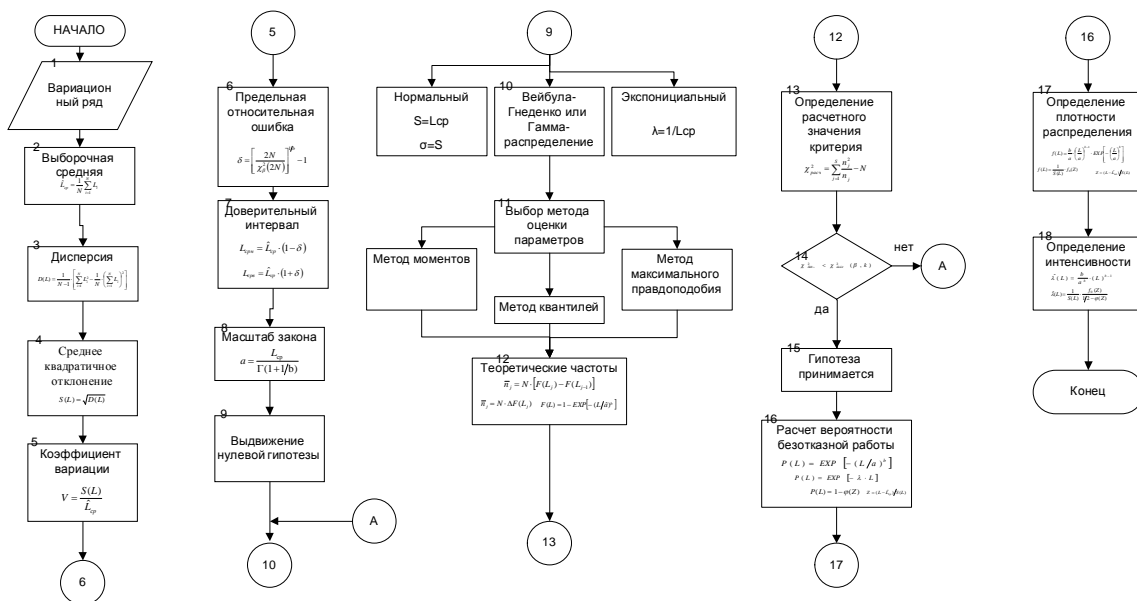


Рисунок 5. Блок-схема алгоритма оценивания характеристик надежности и параметров диагностики

Графики вероятности безотказной работы, полученные в различных климатических зонах, позволяют уточнять корректирующие коэффициенты, применяемые для расчета нормативов технической эксплуатации автомобилей.

Содержательной и доходчивой формой представления показателей надежности является *карта безотказности*, которая объединяет графики вероятности безотказной работы (ВБР) до первой и последующих замен элементов, лимитирующих надежность, с указанием места их расположения на автомобиле. Карта безотказности – зеркало надежности выпускаемых изделий. Карту безотказности составляют при учете наработки деталей на их замену. При этом определяются вероятности безотказной работы по каждой из деталей на разных интервалах наработки между профилактиками, дальними рейсами, периодами командировок.

Карта безотказности позволяет: выявить детали и узлы, требующие повышенного внимания при ТО и ремонте автомобилей; определить оптимальную периодичность (время) проведения профилактических работ; количество запасных частей и оборотных агрегатов на различных интервалах наработки на год, квартал, месяц; выявить наиболее часто повторяемые работы; планировать потребность в трудовых ресурсах; создавать оборотные и ввозимые запасы; планировать потребность в гаражном оборудовании; эффективно управлять системой профилактики АТС. С использованием карты безотказности представляется возможным характеризовать качество изготовления изделий в сфере

производства АТС и качество работоспособности системы профилактики в сфере эксплуатации. Количественные характеристики, входящие в карту надежности, являются необходимой нормативной базой и характеризуют уровень престижности и конкурентоспособности функционирования сложных систем. Пример карты безотказности см. рис. 6.

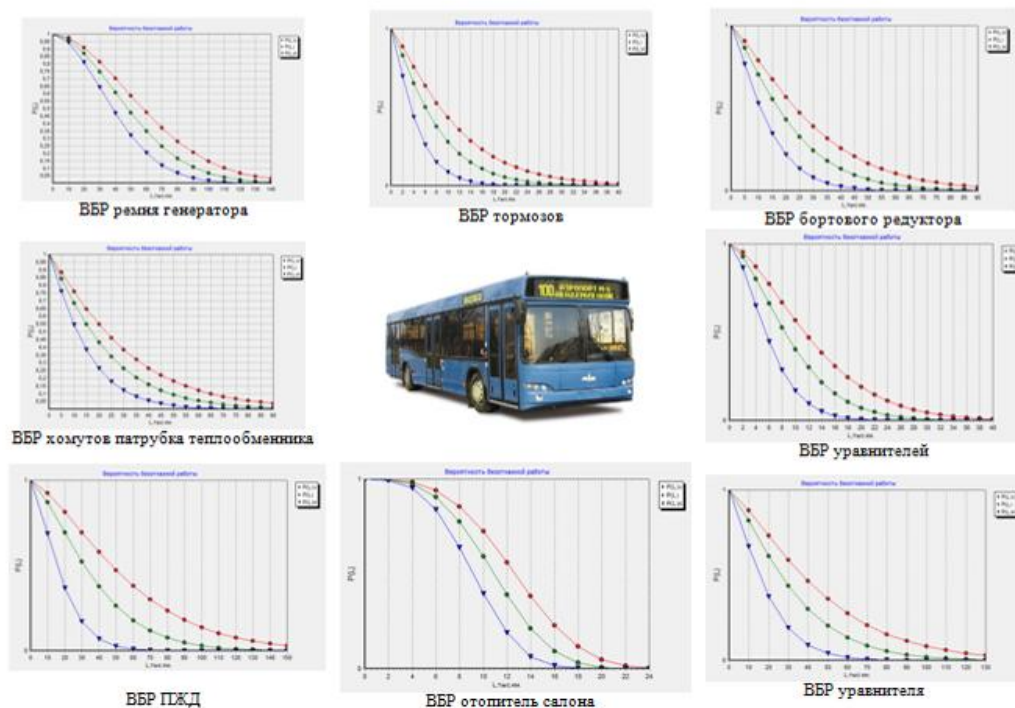


Рисунок 6. Карта безотказности основных элементов автобуса МАЗ-103

Первый и второй этапы создают возможность для разработки механизма проектирования ступеней профилактики на периодических интервалах технического ресурса. Для этого разработана структура формирования периодичности отказавших элементов, обеспечивающих как безопасность дорожного движения, так детали лимитирующих надежность (см. рис. 7).

Из множества N деталей, узлов и агрегатов АТС с множеством значений их периодичности L_0 , по классификационным признакам, разделим на детали, лимитирующие безопасность дорожного движения, и экологию окружающей среды с периодичностью L_1 , в первом случае. Во втором, – на детали, лимитирующие надежность с точки зрения экономической целесообразности их дальнейшего использования по назначению L_2 . Затем множество значений оптимальной периодичности $L_0 = \{L_{0_i} | i = 1, 2, \dots, N\}$ разделим на два подмножества. При этом оба подмножества должны отвечать следующему условию: $L_1 \in L_0$, $L_2 \in L_0$ и $L_1 \cap L_2 = \emptyset$. Причем на практике – $L_1 \ll L_2$. Для определения периодичности множеств L_1 , L_2 введем шифры элементов, которые имеют флаг 0 – для массива L_2 ; 1 –

для массива $L1$. В общем случае периодичность множества $L0$ имеют разные значения и являются величинами стохастическими с размахом в пределах множества.

В соответствии с полуинтервалами и промежутком группируем периодичность замены множества $L0$ на Z групп. В итоге получим семейство подмножеств $\{L0_j | j=1,2,\dots,Z\}$ множества $L0$, которое в свою очередь делится на два семейства $\{L1_j | j=1,2,\dots,Z\}$ и $\{L2_j | j=1,2,\dots,Z\}$. Таким образом, получены интервалы попадания случайных событий – отказов. Формирования элементов в эти интервалы создают для нас предпосылки формирования нормативно-технологической карты надежности элементов АТС.

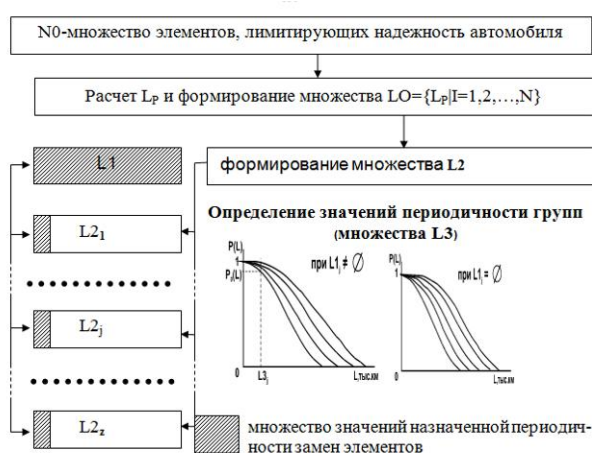


Рисунок 7. Механизм создания классификации структуры формирования отказов элементов АТС в ступени профилактики

Применение новых подходов управления системой профилактики является все более востребованным на предприятиях автомобильного транспорта. За счет модернизации действующей системы профилактики будут достигаться: снижение затрат предприятия, повышение уровня технической готовности АТС, обеспечение безопасности перевозок, изменения экологической ситуации, снижение себестоимости перевозок.

Список литературы

1. Булгаков Н. Ф., Зарубкин В. А., Шейнин А. М. Подсистема текущего ремонта автомобилей как объект оптимизации // Труды МАДИ. – М., 1974. – Вып. 79.

2. Булгаков Н. Ф. Управление качеством профилактики автотранспортных средств. Моделирование и оптимизация: Учеб. пособие / Н. Ф. Булгаков, Ц. Ц. Бурхийев. – Красноярск: ИПЦ КГТУ, 2004. – 184 с.
3. Положение о техническом обслуживании и ремонте подвижного состава автомобильного транспорта. – М.: Транспорт, 1986. –70 с.
4. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2010614370 «Модель автоматизированного управления информационным обеспечением системы профилактики» / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, С. Н. Шалимов – зарегистрировано 6.07.2010. – 1 с.
5. Свидетельство о регистрации программы для ЭВМ № 2007613059 «Модель статистического оценивания характеристик надежности и эффективности» / Н. Ф. Булгаков, В. В. Коваленко, Л. Н. Сиренко, М. А. Сысоев – зарегистрировано 17.07.2007. – 1 с.

Рецензенты:

Безбородов Ю. Н., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «Топливообеспечения и горюче-смазочных материалов» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Института нефти и газа, г. Красноярск.

Ченцов С. В., д.т.н., профессор, зав. кафедрой «САУП» Федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Сибирский федеральный университет», Института космических и информационных технологий, г. Красноярск.