

Лылин Николай Алексеевич

**ОБОСНОВАНИЕ СЕТИ ПРЕДПРИЯТИЙ ПО УТИЛИЗАЦИИ
ТЕХНИКИ (НА ПРИМЕРЕ МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ)**

**Специальность 05.20.03 – Технологии и средства технического
обслуживания в сельском хозяйстве**

АВТОРЕФЕРАТ

**диссертации на соискание ученой степени
кандидата технических наук**

Москва 2015

Работа выполнена в Федеральном государственном бюджетном образовательном учреждении высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева» (ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева).

Научный руководитель: **Алдошин Николай Васильевич**, доктор технических наук, доцент, ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, заведующий кафедрой Сельскохозяйственные машины

Официальные оппоненты: **Астанин Владимир Константинович**, доктор технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I», заведующий кафедрой Технический сервис и технологии машиностроения

Бровман Татьяна Васильевна, кандидат технических наук, доцент, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Тверской государственный технический университет», доцент

Ведущая организация: Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Всероссийский научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка» (ФГБНУ ГОСНИТИ)

Защита состоится 21 января 2016 г. в 13 часов 00 минут на заседании диссертационного совета Д 220.043.14 на базе ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева по адресу: 127550, г. Москва, ул. Прянишникова, д. 19, тел./факс:8(499)976-21-84, e-mail: dissovet@timacad.ru

С диссертацией можно ознакомиться в Центральной научной библиотеке имени Н.И. Железнова ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева и на сайте Университета www.timacad.ru.

Автореферат разослан «__» декабря 2015г.

Ученый секретарь
диссертационного совета
доктор технических наук

Елена Анатольевна Улюкина

ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность темы исследования. В сельском хозяйстве страны используется значительный парк тракторов, автомобилей, прицепов и полуприцепов, комбайнов и других сельскохозяйственных машин. Проблема утилизации техники, сохранившейся в качестве сырья для дальнейшего использования, требует серьезного теоретического обобщения, методической проработки и обоснования направлений практической реализации. Эта проблема имеет важное народнохозяйственное и практическое значение для агропромышленного комплекса, так как вышедшая из эксплуатации техника является источником ремонтного фонда запчастей и перерабатываемых материалов. Неправильно поставленный процесс утилизации отдельных компонентов техники может нанести окружающей среде непоправимый урон.

При решении проблемы утилизации приходится сталкиваться с многочисленными сложностями, обусловленными разнообразием технических средств, подлежащих утилизации, неравномерностью распределения техники по территории, спецификой сбора и транспортировки утилизируемой техники к пункту накопления и переработки.

Технологии производства и эксплуатации, по мере совершенствования, обеспечивают многократный возврат (после переработки) ресурсов, их повторное использование. Рециклинг – это одно из направлений ресурсосберегающей утилизации, и сегодня именно он становится стимулом для совершенствования технологий восстановления отдельных конструктивных элементов утилизируемых машин и их материальных компонентов во вторичные ресурсы.

Утилизация сельскохозяйственной техники, тракторов и автомобилей связана с разработкой инфраструктуры сети утилизирующих предприятий, с использованием мощностей ремонтной и обслуживающей базы АПК.

Степень разработанности темы. В России исследованиям по утилизации техники уделяется достаточное внимание последние 15 лет. Эта отрасль по масштабам сравнима с промышленным производством технических средств. Однако в настоящее время многие вопросы данной отрасли не разработаны. Так, например, нет обоснования параметров предприятий, занимающихся вопросами утилизации техники.

Цель работы. Разработка методики расчета параметров, годовой загрузки и расположения предприятий по утилизации вышедшей из эксплуатации техники, увеличение эффективности функционирования специализированных отделов предприятий по утилизации с точки зрения экономии ресурсов.

Задачи исследований:

1. Установить пути повышения эффективности работы предприятий по утилизации вышедшей из эксплуатации техники.
2. Предложить комплекс математических моделей формирования годовой загрузки и транспортных процессов предприятий по утилизации вышедшей из эксплуатации техники, учитывающий вероятностный характер производственных процессов.
3. Определить критерии оптимального размера территории обслуживания отдельного предприятия по утилизации техники.

4. Разработать методику определения местоположения предприятия по утилизации техники.

5. На примере конкретного региона смоделировать построение сети предприятий по утилизации техники.

6. Обосновать критерии мощности предприятий, занимающихся утилизацией технических средств, произвести расчет типоразмеров предприятий.

7. Провести производственную проверку полученных результатов в условиях предприятий технического сервиса.

8. Провести оценку экономической эффективности результатов исследований.

Объекты исследований. Сельскохозяйственная и автомобильная техника и ее компоненты, подлежащие утилизации. Предприятия технического сервиса, в функции которых входит утилизация технических средств.

Предмет исследования. Технологические, технические, организационные, экологические и правовые проблемы, связанные с утилизацией техники.

Научная новизна выполненных исследований:

- составлена математическая модель сбора и транспортировки техники на утилизацию;
- предложена методика расчета параметров и месторасположения предприятий технического сервиса, в сферу деятельности которых входит утилизация техники;
- обоснован типоразмерный ряд предприятий по утилизации техники на примере Московской области.

Практическая значимость. Определены основные параметры системы предприятий по утилизации техники в условиях Московской области. Предложена методика определения рационального радиуса сбора техники, месторасположения предприятия по утилизации и объемов сбора металлического лома и других материалов, подлежащих переработке.

Методология и методы исследования. Для решения поставленных задач применяется комплекс математического аппарата исследования операций, в том числе: теория вероятностей, математическая статистика, планирование эксперимента. С учетом общего характера получаемых результатов были использованы имеющиеся статистические и нормативные материалы для решения соответствующих задач.

Основные положения и результаты исследований, выносимые на защиту:

- комплекс математических моделей по формированию сети предприятий по утилизации техники;
- методика определения объемов сбора техники, подлежащей утилизации;
- рекомендации по обоснованию типоразмерного ряда предприятий по утилизации техники, определению их местоположения и зон обслуживания для условий Московской области.

Реализация результатов исследований. Результаты исследований приняты к внедрению в ЗАО «Егорьевская Сельхозтехника» Московской области и ЗАО «Тралекс», что подтверждено актами внедрения.

Степень достоверности и апробация работы. Результаты исследований представлены и обсуждены на: международной научно-практической конференции «Научные проблемы эффективного использования тягово-транспортных средств в сельском хозяйстве» МГАУ им. В.П. Горячкина, 2012 г., 2013 г.; международной научной сессии «Инновационные проекты в области агроинженерии», МГАУ им. В.П. Горячкина, 2012 г.; 1-ой международной научно-практической конференции «Горячкинские чтения», посвященной 145-летию В.П. Горячкина, МГАУ им. В.П. Горячкина, 2013 г.; юбилейном семинаре «Чтения академика В.Н. Болтинского», посвященного 110-летию со дня рождения академика ВАСХНИЛ В.Н. Болтинского, МГАУ им. В.П. Горячкина, 2014 г.; международной научно-практической конференции «Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК», г. Минск 2014 г.; международной научно-практической конференции «Инновационные технологии технического сервиса в агропромышленном комплексе», посвященной 50-летию образования факультета технического сервиса в АПК, РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева, 2014 г.; международной научно-практической конференции «Глобализация и развитие агропромышленного комплекса России, посвященная 110-летию Санкт-Петербургского ГАУ», С.-Петербург 2014 г.; международной научной конференции молодых учёных и специалистов, посвящённой 150-летию РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, РГАУ – МСХА имени К.А. Тимирязева, 2015 г.; международной научно-практической конференции профессорско-преподавательского состава, студентов, аспирантов и молодых ученых «Перспективы развития сельскохозяйственного производства», посвященной 65-летию со дня основания инженерного факультета НГСХА, г. Нижний Новгород 2015 г.

Публикации результатов исследований. По результатам исследований опубликована 1 монография, 7 научных статей, в том числе 3 в изданиях, рекомендованных ВАК.

Объем и структура диссертации. Диссертационная работа изложена на 166 страницах машинописного текста, состоит из введения, 5 глав (включая обзор литературы), выводов. В работе имеется 25 таблиц и 15 рисунков. Список использованной литературы содержит 100 источников.

СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Во введении кратко изложена проблема утилизации автотракторной и другой сельскохозяйственной техники, приведен перечень мероприятий по организации сбора и переработки вторичных ресурсов агропромышленного комплекса.

В первой главе приведен анализ научных трудов в сфере утилизации техники, показано развитие направления утилизации как заключительного этапа жизненного цикла технического средства в процессе технического обслуживания и ремонта. Основоположником теории утилизации автотракторной и сельскохозяйственной техники можно считать академика А.И. Селиванова.

Продолжили развивать это направление академики РАН М.Н. Ерохин, Н.В. Краснощёков, В.М. Кряжков, И.Э. Липкович, В.И. Черноиванов, член-корреспондент РАН О.Н. Дидманидзе, доктора технических наук Н.В. Алдошин, В.К. Астанин, Б.Б. Бобович, И.Г. Голубев, В.А. Евграфов, М.Ю. Конкин, В.П. Лялякин, В.М. Михлин, Е.В. Пухов, М.Я. Рассказов, Н.Ф. Тельнов, Ю.В. Трофименко, М.А. Халфин М.А., кандидаты технических наук Т.В. Бровман, А. В. Колчин, Г.Е. Митягин, Л. М. Пильщиков, К.Ю. Трофименко и другие.

Проведен анализ изменения численности парков сельскохозяйственной и автомобильной техники на территории России, их возрастная структура и материальный состав. Приведен опыт зарубежных стран по созданию и функционированию системы предприятий, утилизирующих вышедшую из эксплуатации технику.

Изучение состояния вопроса показывает, что в настоящее время проблема создания системы предприятий по утилизации техники в достаточной степени не исследована, не определены основные параметры и структура пунктов по сбору, демонтажу и «осушиванию» вышедшей из эксплуатации техники. Исходя из этого, были сформулированы основная цель, задачи и намечена общая схема исследования.

Во второй главе представлены задачи и функции предприятий по утилизации вышедшей из эксплуатации техники. Проанализирован накопленный предприятиями АПК опыт сбора и переработки отработавших ресурсов.

Сложность в организации процессов сбора и доставки техники на утилизацию заключается в большом разнообразии утилизируемой техники, ее различном техническом состоянии и неравномерном распределении по территории региона, обслуживаемого конкретным предприятием по утилизации техники. Поэтому такое предприятие должно быть комплексным, оказывающим целый спектр услуг, связанных с безопасной утилизацией техники и ее компонентов. По своей структуре оно должно состоять из отделов, занимающихся сбором и транспортировкой утилизируемой техники, первичной переработкой техники, дефектовкой и восстановлением годных к дальнейшему использованию запасных частей, оказанием юридических и консультационных услуг.

С позиции утилизации сельскохозяйственная, специальная, строительная техника является сложным объектом. При транспортировке такой техники целесообразно использовать выездную бригаду, обеспечивающую первичное разделение техники на части для удобства ее транспортировки и подготовки к утилизации непосредственно на местах ее нахождения. Для этого, как правило, необходимо провести частичную резку или демонтаж изделий на части подлежащие погрузке и транспортировке на специальных автомобилях.

Наибольший по численности класс технических средств – это легковые автомобили. Для их транспортировки используются широко распространенные автомобили-эвакуаторы.

Перевозка вышедшего из эксплуатации грузового автомобиля имеет иную специфику. Для его транспортировки потребуются специализированный подвижной состав. В свою очередь, различия по маркам и даже типам (бортовые, самосвалы, цистерны и др.) грузовых автомобилей не оказывают особого влияния

на процесс их перевозки. Некоторые виды техники схожи по параметрам (массе и габаритам) с грузовыми автомобилями, а иногда и построены на одинаковых агрегатах, например автобусы и некоторые виды сельскохозяйственных машин.

Наравне с этим, большое количество вышедшей из эксплуатации техники является разукомплектованной. Разная степень укомплектованности технических средств влияет на состав получаемого вторичного сырья и, соответственно, на применяемые технологии переработки. Сбор разукомплектованной техники может происходить последовательно в разных местах по мере заполнения транспортного средства.

В зависимости от различных условий могут быть выбраны различные стратегии сбора и транспортировки утилизируемой техники: «1» – погрузка и перевозка укомплектованных, вышедших из эксплуатации легковых автомобилей; «2» – погрузка и перевозка грузовых автомобилей, автобусов и подобной схожей по массе и габаритам техники; «3» – погрузка и перевозка неукомплектованной, вышедшей из эксплуатации техники; «4» – погрузка и перевозка крупной специальной, строительной, дорожной и сельскохозяйственной техники.

Для описания взаимодействующих элементов такой системы и построения модели используется теория Марковских цепей. Состояния системы – это стратегии, описанные выше. В зависимости от того, какую технику мы собираем и перевозим, система может находиться в следующем из положений «1», «2», «3», «4» или на пункте приема предприятия по утилизации – положение «0». Подборка стратегий будет являться случайным событием. В исследуемом случайном процессе вероятность наступления последующего события связана лишь с прошлым состоянием. Следовательно, это процесс Маркова без последствий, иначе его называют простой Марковской цепью. Соответствующая такой упрощенной модели переходная матрица P будет иметь следующий вид:

$$P = \begin{bmatrix} P_{00} & P_{01} & P_{02} & P_{03} & P_{04} \\ P_{01} & P_{11} & P_{12} & P_{13} & P_{14} \\ P_{02} & P_{12} & P_{22} & P_{23} & P_{24} \\ P_{03} & P_{13} & P_{32} & P_{33} & P_{34} \\ P_{04} & P_{14} & P_{42} & P_{43} & P_{44} \end{bmatrix}. \quad (1)$$

При этом сумма элементов каждой строки равна единице.

Последовательность степеней P^t матрицы P определяет t -шаговые переходные вероятности. Поэтому, чтобы определить переходную матрицу цепи Маркова в следующий момент времени, необходимо последовательно возводить матрицу P во вторую степень, затем в третью и т. д. При возведении матрицы P в t -ю степень, можно видеть, что строки каждой из получаемых при этом матриц стремятся к одному и тому же вектору, т. е. принимают одни и те же значения.

Такой вектор $w = (w_1, w_2, \dots, w_i, \dots, w_n)$ называется стационарным или вероятностным вектором. Он единственный и характеризует установившееся положение системы. Матрица W , состоящая из таких векторов, называется стационарной.

При дальнейшем исследовании появляется возможность определения частоты переходов системы в различные состояния. Другими словами, можно определить, как часто транспортные средства, осуществляющие доставку

вышедшей из эксплуатации техники, пребывают в том или ином состоянии, какой из процессов происходит чаще остальных или наоборот реже.

Следующим этапом исследования транспортных процессов является решение задачи по определению числа шагов до возвращения системы в исходное состояние из другого. Под шагом изменения состояния системы понимается промежуток времени. Соответственно, некоторое число шагов до возвращения системы из другого состояния называют средним временем возвращения. Этот показатель возможно определить, вводя понятие фундаментальной матрицы Z регулярной Марковской цепи. Она определяется из следующего матричного уравнения

$$Z = [I - (P - W)]^{-1}, \quad (2)$$

где I – единичная матрица.

Затем по матричному уравнению (3) необходимо определить матрицу среднего времени возвращений E . Значения этой матрицы позволяют оценить частоту возвращений системы из различных состояний в исходное.

$$E = (I - Z + JZ_D) \cdot D, \quad (3)$$

где J – матрица, элементами которой являются единицы; Z_D – диагональная матрица, ненулевые элементы которой совпадают с элементами фундаментальной матрицы Z (2); D – диагональная матрица, ненулевые элементы которой определяются отношением $1/w_i$.

Полученные таким образом данные позволяют оценить, во сколько раз чаще автомобили, осуществляющие доставку техники на утилизацию, находятся в одном из состояний по отношению к другим, а также определяются затраты времени езды транспортировки различной техники, подлежащей утилизации.

Стационарные объекты технического обслуживания и ремонта определенной мощности имеют соответствующую зону обслуживания, размер которой характеризуется оптимальным радиусом обслуживания. С расширением зоны обслуживания предприятия существенно увеличиваются затраты времени и материально-технических средств на доставку техники на площадку-накопитель. Эти расходы должны компенсироваться за счет реализуемых компонентов переработанной техники. Целесообразность расширения зоны обслуживания описывается в классическом виде минимизацией суммы затрат на выполнение работ по переработке техники и доставку ее на предприятие:

$$C_{\Sigma} = C_c + C_T, \quad (4)$$

где C_{Σ} – суммарные издержки работ с учетом транспортных расходов, руб.; C_c – полная себестоимость выполнения операций на предприятии по переработке, руб.; C_T – расходы по доставке техники на предприятие по переработке, руб.

Доход от реализации материалов, полученных в результате переработки вышедшей из эксплуатации техники, определяется в общем случае материальным составом единицы техники, ее массой, состоянием, остаточным ресурсом годных к использованию запасных частей, а также себестоимостью работ по демонтажу обязательных элементов.

В общем виде радиус зоны обслуживания будет определяться из соотношения

$$C_T(R) \leq \text{НД}_\Pi, \quad (5)$$

где $C_T(R)$ – прямые эксплуатационные затраты денежных средств при транспортировке техники, руб./т; Н – норма прибыли предприятия в долях; Д_Π – доход предприятия от переработки техники, руб./т.

Графически это можно представить в виде графика (рисунок 2).

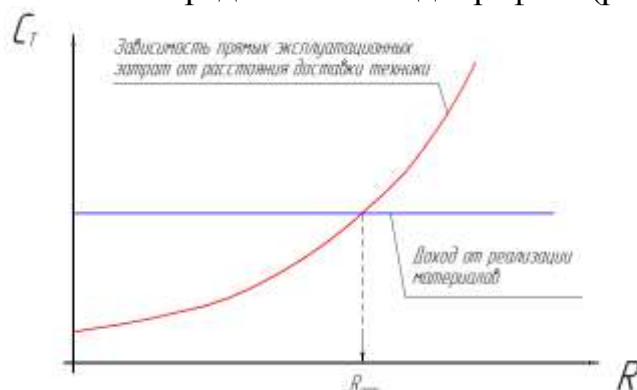


Рисунок 1 – Определение оптимального радиуса обслуживания предприятия по переработке техники

Транспортные расходы не должны превышать дохода от реализации материалов, получаемых в результате переработки вышедшей из эксплуатации техники, с учетом нормы прибыли для устойчивого функционирования предприятия. С другой стороны, экологические требования диктуют необходимость сбора всей техники, выходящей из эксплуатации, с территории региона. При этом условии предельный радиус обслуживания равен доходу от реализации материалов, получаемых в результате переработки техники, без учета нормы прибыли предприятия, при этом перевозка не должна быть убыточной.

Определив предельный радиус обслуживания, необходимо вычислить месторасположение самого предприятия с учетом административно-территориального деления региона при условии минимизации прямых эксплуатационных затрат на доставку техники. Для этого используется карта расположения населенных пунктов и автодорог районов Московской области.

Для определения места базирования предприятия в ручном режиме на отсканированную карту наносятся населенные пункты в виде точек. При этом одновременно производится типизация населенных пунктов. В дальнейших расчетах это позволяет оценить, какое количество техники выходит ежегодно из эксплуатации в каждом из населенных пунктов.

Затем определяется точка базирования предприятия, сумма расстояний до которой от каждого населенного пункта с учетом их «веса» будет минимальной. На плоскости проводятся вертикальная и горизонтальная прямые так, чтобы по обе стороны каждой из них суммы расстояний от точек, соответствующих населенным пунктам, до этих прямых, были равны (рисунок 3). Точка пересечения вертикальной и горизонтальной прямой является точкой базирования.

Для обоснования типоразмера предприятия необходимо оценить количество единиц техники, ежегодно выходящей из эксплуатации в данном регионе. Чтобы определить численность сельскохозяйственной техники по районам Московской области, необходимо соотнести общую площадь территории района с территорией, используемой в сельском хозяйстве по выражению (6).

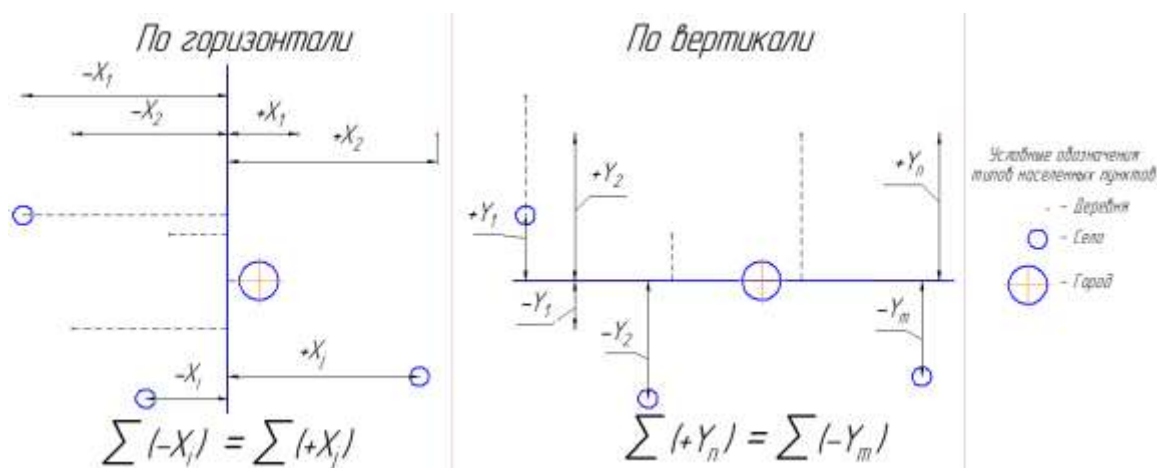


Рисунок 2 – Схема модели определения точки базирования предприятия по утилизации техники

$$K_{\text{схз}} = \frac{S_{\text{схз}}}{S_{\text{р}}}, \quad (6)$$

где $K_{\text{схз}}$ – коэффициент использования сельскохозяйственных земель; $S_{\text{схз}}$ – общая посевная площадь, га; $S_{\text{р}}$ – площадь района, га.

При отсутствии статистических данных об использовании сельскохозяйственных земель по районам, можно использовать усредненные показатели по всей территории области. Делается допущение, что техника равномерно распределена на площади сельскохозяйственных угодий, то есть на единицу площади приходится одинаковое количество сельскохозяйственной техники.

Численность автомобильного парка на определенной территории зависит от проживающего там населения и характеризуется показателем автомобилизации населения:

$$N_{\text{А}} = N_{\text{чел}} A, \quad (7)$$

где $N_{\text{А}}$ – численность парка легковых автомобилей, ед.; $N_{\text{чел}}$ – численность населения, чел.; A – уровень автомобилизации, ед./1000 чел.

Для определения численности парка грузовых автомобилей и автобусов необходимо учесть долю этих видов техники в общей структуре автомобильного парка:

$$N_{\text{гр(автоб)}} = N_{\text{А}} B, \quad (8)$$

где $N_{\text{гр(автоб)}}$ – численность парка грузовых автомобилей (автобусов), ед.; $N_{\text{А}}$ – численность парка легковых автомобилей, ед.; B – доля данного вида техники в общей структуре автомобильного парка.

Зная численность технических средств и, соответственно, количество ежегодно выходящей из эксплуатации техники, необходимо оценить объем материалов и компонентов в составе утилизируемой техники. Для этого необходимо провести анализ материального состава утилизируемой техники.

После определения объема накапливаемых материалов на предприятиях строится гистограмма годового объема сбора материалов. По ней разграничиваем предприятия по типоразмерам и определяем их количество в каждом из типов.

Стабильная работа предприятия возможна, когда на ее территории существует некоторый запас техники, подлежащей утилизации. С другой стороны,

при чрезмерном запасе техники на площадке увеличиваются затраты на ее содержание. Поступление техники на предприятие носит случайный характер, тем не менее, основываясь на данных статистики и наблюдений, можно учесть вероятность наступления этого события. Также случайный характер имеет и процесс подготовки техники к утилизации, что позволяет оценить вероятность наступления этого события. На площадке-накопителе под событием понимается изменение количества находящейся там техники. Необходимая вместимость площадки для хранения определяется из экономических соображений к надежности системы. Задаваясь при этом рациональной величиной $P(0)$ – вероятности безотказной работы данного элемента технологической линии, а также значениями вероятностей доставки утилизируемой техники на предприятие r_1 и перемещение техники на участок по переработке r_2

В третьей главе приведены программа, методика и схема экспериментальных исследований, а также методы обработки результатов исследований. Программа экспериментальных исследований определяется в основном необходимыми данными для реализации математических моделей, представленных в главе 2. Сбор данных и опыты проводились на разных предприятиях, таких как ЗАО «Тралекс» (г. Москва), ЗАО «Егорьевская сельхозтехника» (г. Егорьевск, Московская область), ООО «МэйджорСервисМ» (г. Москва). Значительный объем в полученных математических моделях по функционированию различных систем предприятия по утилизации занимают хронометражные данные, связанные с определением интенсивности поступления техники на утилизацию и временем ее переработки. Исходя из этого, основную часть опытов составляли хронометражные наблюдения, связанные с выявлением, транспортированием и демонтажем компонентов техники для целей утилизации.

Для математического описания процессов работы предприятия по утилизации техники был смоделирован процесс поступления технического средства и процесс его переработки. Принцип последовательной проводки заявок состоит в том, что каждая заявка отслеживается от момента поступления ее в систему до момента ее выхода из системы. И только потом рассматривается следующая заявка. Эти процессы можно описать схематично (рисунок 4).

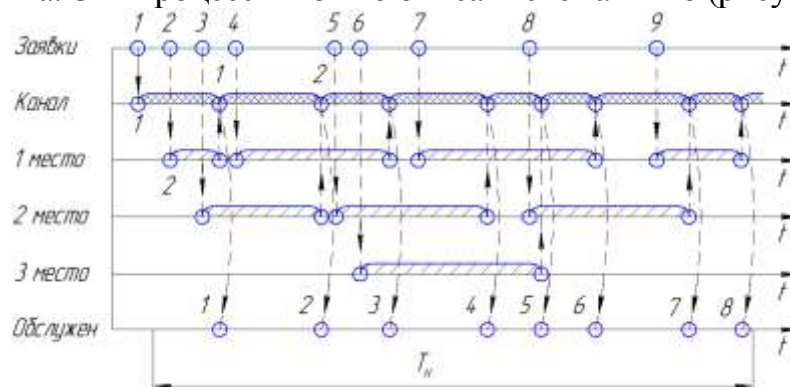


Рисунок 3 – Временные шкалы процесса поступления, накопления и обслуживания заявок

Намеченная программа опытов в целом позволила получить необходимую исходную информацию для практической реализации всех математических моделей.

В четвертой главе приведены результаты расчета и реализации математических моделей, описанных в главе 2.

Время, затрачиваемое на погрузочно-разгрузочные работы, непосредственное нахождение транспортных средств в рейсе, простои транспорта на площадке предприятия по утилизации, а также специфика конкретного региона определяют вероятности перехода системы в различные состояния. На основе анализа типа и состояния вышедшей из эксплуатации техники переходная матрица P имеет вид:

$$P = \begin{bmatrix} 0,05 & 0,57 & 0,14 & 0,09 & 0,15 \\ 0,12 & 0,88 & 0 & 0 & 0 \\ 0,14 & 0 & 0,86 & 0 & 0 \\ 0,21 & 0 & 0 & 0,79 & 0 \\ 0,18 & 0 & 0 & 0 & 0,82 \end{bmatrix}. \quad (12)$$

Стационарная матрица имеет вид:

$$W = \begin{bmatrix} 0,1248 & 0,5927 & 0,1249 & 0,0535 & 0,1040 \\ 0,1248 & 0,5936 & 0,1243 & 0,0535 & 0,1039 \\ 0,1249 & 0,5903 & 0,1271 & 0,0535 & 0,1041 \\ 0,1248 & 0,5925 & 0,1249 & 0,0536 & 0,1041 \\ 0,1249 & 0,5921 & 0,1249 & 0,0536 & 0,1045 \end{bmatrix}. \quad (13)$$

Время сбора и доставки различной техники по выбранным нами стратегиям составляет 59% для легковых автомобилей; 13% для грузовых автомобилей, автобусов и подобной по массе и габаритам техники; 5% для разукomплектованной техники; 11% для тяжеловесной и крупногабаритной техники. Время нахождения на площадке временного хранения предприятия транспортных средств осуществляющих доставку, такое время составляет 12% от общего времени использования транспорта.

Определив матрицу переходов P и стационарную матрицу W в условиях Егорьевского района Московской области, найдем вероятностное число шагов или интервалов времени до возвращения системы в исходное состояние. Для этого сначала определяем фундаментальную матрицу Z и вычисляем матрицу среднего времени возвращений E :

$$E = \begin{bmatrix} 8,0132 & 5,6509 & 49,1020 & 84,1854 & 47,6986 \\ 8,3238 & 1,6868 & 57,1707 & 92,4790 & 55,9643 \\ 7,1702 & 12,5725 & 8,0061 & 91,3887 & 54,9060 \\ 4,7684 & 10,3913 & 53,9016 & 18,6910 & 52,4992 \\ 5,5685 & 11,1613 & 54,7032 & 89,7846 & 9,6150 \end{bmatrix}. \quad (14)$$

Используя полученные данные матрицы среднего времени возвращений E , можно определить, как часто автомобили, осуществляющие доставку утилизируемой техники, находятся в одном состоянии по отношению к другим. Например, транспортировка сельскохозяйственной и другой тяжеловесной и габаритной техники будет происходить в 1,94 раза чаще чем доставка разукomплектованной техники, или в 5,69 раз реже чем доставка легковых автомобилей.

На основании полученных значений матрицы E , а также, зная время погрузочно-разгрузочных работ и среднее время ездки транспортных средств можно легко определить временные затраты на все транспортные работы.

Для оценки параметров работы транспортного подразделения предприятия по утилизации техники необходимо определить удельные затраты денежных средств, в зависимости от типа транспортного средства, осуществляющего перевозку, расстояния перевозки и других условий.

В соответствии с методикой расчета, представленной в главе 2, вычислим затраты денежных средств при перевозке вышедшей из эксплуатации техники на автомобилях-эвакуаторах ГАЗ-3302 и КамАЗ-4308, в зависимости от расстояния перевозки.

Графически результаты расчета удельных эксплуатационных затрат при транспортировке вышедшей из эксплуатации техники различными типами транспортных средств в зависимости от расстояния представлены на рисунке 5.

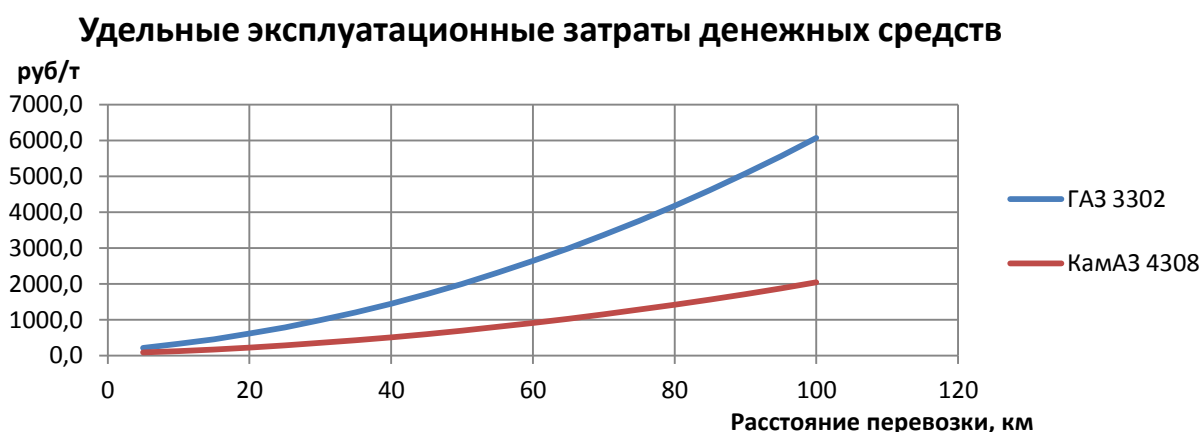


Рисунок 4 – Зависимость эксплуатационных затрат от расстояния перевозки техники

Оценка потенциального дохода от реализации компонентов утилизируемого автомобиля, с учетом сложившихся на 2012 год цен на вторичное сырье, показывает, что теоретически можно получить доход более 10 тыс. руб. Однако, как показывает опыт работы предприятия ЗАО «Тралекс», занимающегося сбором и подготовкой к утилизации вышедшей из эксплуатации техники, реальный доход от одного утилизируемого автомобиля в среднем находится в пределах 5...6 тыс. руб. Другими словами, приносит доход только реализация лома черных и цветных металлов, тогда как за вывоз и утилизацию резинотехнических изделий и шин, стекла, пластмасс, антифриза, электролита приходится даже доплачивать. Уровень доплаты специализированным предприятиям по переработке компонентов вышедшей из эксплуатации техники за их вывоз и утилизацию зависит от объемов и времени накопления материалов, и в среднем при пересчете на один автомобиль составляет порядка 1...1,5 тыс. руб. При этом часто не удается демонтировать и отсортировать наиболее ценные компоненты утилизируемой техники по причине значительной деформации кузова в результате ДТП или из-за сильной коррозии. В этом случае утилизируемый автомобиль реализуется по категории «загрязненного лома» стоимостью в среднем 3...3,5 тыс. руб. за тонну.

Исходя из данных условий, предельный радиус перевозки вышедшего из эксплуатации автомобиля массой 1 т составляет 50 км. Графически определение предельного радиуса представлено на рисунке 6.

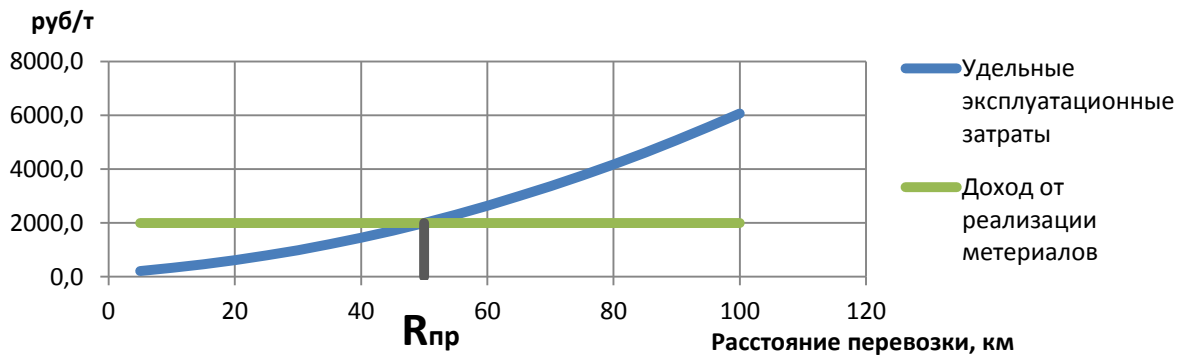


Рисунок 5 – Определение предельного радиуса перевозки

При условии получения прибыли от деятельности предприятия по утилизации техники на уровне $H = 15\%$, а также с учетом коэффициента криволинейности дорог $K_{кр} = 0,7$ (на примере расстояний районных центров Московской области), оптимальный радиус обслуживания составляет $R_{опт} = R_{пр}HK_{кр} = 50 \cdot 0,85 \cdot 0,7 = 29,75 \approx 30$ км.

Соответствующая оптимальному радиусу перевозки утилизируемой техники зона обслуживания определяется в общем случае как площадь круга $S_{опт} = \pi R_{опт}^2 = 3,14 \cdot 30^2 = 2826$ км².

Полученные значения оптимальных зоны обслуживания и радиуса обслуживания накладываем на реальную карту местности Московской области (рисунок 7).



Рисунок 6 – Схема зон обслуживания предприятий по утилизации техники на территории Московской области

Как видно из схемы, на территории Московской области необходимо создать 23 предприятия, занимающихся сбором и подготовкой к утилизации вышедшей из эксплуатации техники. На территории ближнего Подмосковья (на расстоянии 40 км от Москвы) зона обслуживания предприятий по утилизации техники сокращается из-за снижения средней эксплуатационной скорости движения транспортных средств, осуществляющих доставку утилизируемой техники, в связи с высокой плотностью застройки и высокой концентрацией

проживающего здесь населения. Во многих случаях площадь зоны обслуживания предприятий по утилизации техники сопоставима с площадью территории района, в некоторых случаях зона обслуживания одного предприятия включает в себя два и более района.

На примере Егорьевского района Московской области вычислим точку базирования предприятия по утилизации. В Егорьевском районе оказались 56 населенных пункта (в принятой модели населенные пункты с числом жителей менее 70 не рассматривались).

В принятой модели расчета все населенные пункты делятся на типы. В каждом населенном пункте определенного типа проживает одинаковое количество жителей (таблица 1).

Таблица 1

Типы и характеристики населенных пунктов Егорьевского района

Тип НП	Характеристика населенного пункта	Количество населенных пунктов данного типа в Егорьевском районе	Принятое количество жителей населенного пункта данного типа
1	Деревня	18	150
2	Село	27	350
3	Крупное село	10	1500
4	Город с населением от 50000 до 100000 жителей	1	75000

Определяем месторасположение точки базирования предприятия по утилизации вышедшей из эксплуатации техники по модели, описанной в главе 2. В результате расчета точка базирования предприятия находится в 1 км от города Егорьевск в непосредственной близости от села Бережки (рисунок 8).

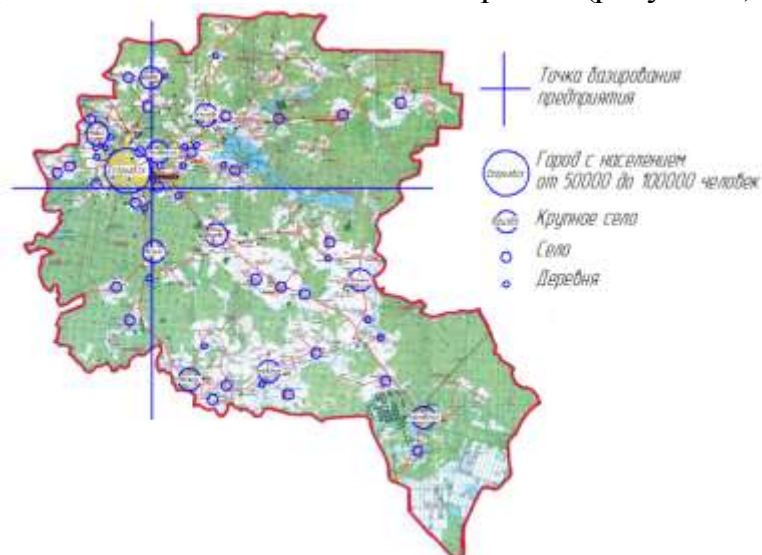


Рисунок 7 – Месторасположение точки базирования предприятия по утилизации техники в Егорьевском районе

В настоящее время в районе точки базирования расположено несколько промышленных предприятий, в том числе ООО «Егорьевская ПМК-Водстрой» и ЗАО «Дорпрогресс-Егорьевск». На территории этих предприятий имеются мастерские по ремонту и техническому обслуживанию дорожной и строительной техники, площадки хранения техники. Из-за недостатка финансирования за последние десятилетия парк автотракторной техники значительно сократился, и

часть площадей в настоящее время пустует. Целесообразно создать на части территории этих предприятий пункт сбора и демонтажа вышедшей из эксплуатации техники.

Для определения типоразмерного ряда предприятий необходимо рассчитать количество техники, ежегодно выходящей из эксплуатации на территории Московской области.

Учитывая планируемое размещение предприятий по утилизации техники на территории Московской области, численность автотранспортных средств в регионе, количество ежегодно выходящей из эксплуатации техники, материальный состав утилизируемой техники, другие факторы оценим годовой объем сбора металлолома на предприятиях (рисунок 9).

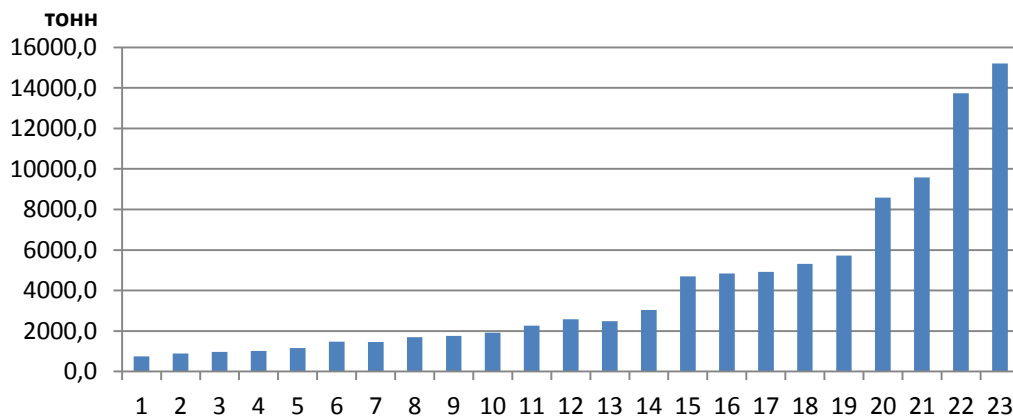


Рисунок 8 – Годовой сбор металлолома на предприятиях по утилизации техники в Московской области. Цифрами по оси абсцисс обозначены номера предприятий: 1- Лотошинский район, Шаховской район; 2 - Волоколамский район; 3 – Луховицкий; 4 - Рузский район, п.г.т. Восход; 5 - Можайский район; 6 - Шатурский район, г. Рошаль; 7 - Егорьевский район; 8 - Талдомский район, г. Дубна; 9 - Ступинский район; 10 - Клинский район; 11 - Дмитровский район; 12 - Озерский район, Каширский район, Зарайский район, Серебряно-Прудский район; 13 - Наро-Фоминский район, п.г.т. Молодежный; 14 - Сергиево-Посадский район; 15 - Серпуховский район, Чеховский район, г. Серпухов, г. Протвино, г.Пушино; 16 - Коломенский район, Воскресенский район, г. Коломна; 17 - Орехово-Зуевский район, Павлово-Посадский район, г. Орехово-Зуево, г. Электрогорск; 18 - Одинцовский район, г. Звенигород, г. Краснознаменск, п.г.т. Власиха; 19 - Истринский район, Солнечногорский район, Красногорский район; 20 - Подольский район, Ленинский район, городской округ Домодедово, г. Подольск, г. Климовск, г. Щербинка; 21 - Раменский район, Люберецкий район, г. Бронницы, г. Жуковский, г. Котельники, г. Дзержинский, г. Лыткарино; 22 - Пушкинский район, Мытищинский район, г. Ивантеевка, г. Королев, г. Лобня, г. Долгопрудный, г. Химки, г. Юбилейный; 23 - Ногинский район, Щелковский район, городской округ Балашиха, г. Электросталь, г. Железнодорожный, г. Звездный городок, городской округ Черноголовка, г. Фрязино, г. Лосино-Петровский, г. Красноармейск, г. Реутов.

Значения трудоемкости по отдельным операциям, входящим в технологический процесс утилизации, были получены путем прямых хронометражных наблюдений за ходом технического обслуживания и ремонта нескольких легковых автомобилей марки Ниссан в условиях предприятия технического сервиса ООО «МэйджорСервисМ». Результаты измерений показывают, что общая трудоемкость операций по осушке и демонтажу обязательных элементов с легкового автомобиля в среднем составляет 6,12 чел.-ч.

Необходимая вместимость площадки временного хранения утилизируемой техники определяется из требований работы системы без простоя предприятия по утилизации. Это возможно при двукратном запасе производительности транспортного подразделения предприятия по отношению к производительности подачи техники в цех по ее переработке.

В пятой главе произведен расчет экономических показателей работы малого предприятия по утилизации вышедшей из эксплуатации техники с объемом сбора металлолома до 4000 т на примере Егорьевского района Московской области.

При внесении капитальных вложений на уровне 1300 тыс. руб. с целью дооснащения предприятия технического сервиса необходимым оборудованием для утилизации вышедшей из эксплуатации техники был определен потенциальный годовой экономический эффект 1291030 руб.

ОБЩИЕ ВЫВОДЫ

1. На основе анализа литературных источников выявлено, что необходимо создавать систему предприятий по утилизации техники с учетом требований ресурсосбережения и экологичности.

2. Для условий Московской области при сборе и доставке техники на утилизацию 11 % времени предприятие занято на доставке и транспортировке сельскохозяйственной и другой крупногабаритной техники, 59 % – легковых автомобилей, 13 % – грузовых автомобилей и автобусов, 5 % – разукomплектованной техники и 12 % – на оформление документов, разгрузку и приемку техники в утилизацию.

3. Рациональный радиус сбора техники на утилизацию для условий Московской области составляет 30 км.

4. Местоположение предприятия по утилизации техники определяется «центром тяжести» территории, определенной для сбора техники с учетом плотности ее распределения.

5. На территории Московской области необходимо создать 23 предприятия по утилизации техники.

6. Типоразмерный ряд предприятий по утилизации техники для условий Московской области должен состоять из 4-х групп: с объемом сбора до 4000 т (14 предприятий), от 4000 до 8000 т (5 предприятий), от 8000 до 12000 т (2 предприятия), свыше 12000 т (2 предприятия).

7. Годовой экономический эффект от работы предприятия по утилизации техники объемом сбора металлолома до 4000 тонн на примере Егорьевского района составляет 1 291 030.

Основные положения диссертации опубликованы

В изданиях, рекомендованных ВАК РФ:

1. Лылин, Н. А. Определение месторасположения предприятия по утилизации техники [Текст] / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин // Тракторы и сельхозмашины.– 2014. № 3. – С. 51–52 – ISSN 0235-8573.
2. Лылин, Н. А. Определение радиуса обслуживания предприятия по утилизации техники [Текст] / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин // Тракторы и сельхозмашины.– 2014. № 4. – С. 45–47 – ISSN 0235-8573.
3. Лылин, Н. А. Формирование рынка вторичных запасных частей [Текст] / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин, Ю. А. Лесконог, А. А. Ивлев // Вестник федерального государственного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Московский государственный агроинженерный университет имени В.П. Горячкина».– 2015. № 3 (67). – С. 33–39. – ISSN 1728-7936.

В монографии

4. Лылин, Н. А. Утилизация техники в системе АПК. Монография [Текст] / Н. В. Алдошин, А. А. Ивлев, Ю. А. Лесконог, Н. А. Лылин. – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2014. – 222 с. – ISBN 978-5-9546-0089-6.

В других изданиях

5. Лылин, Н. А. Определение зон обслуживания предприятий по утилизации техники в Московской области [Текст] / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин // Сборник докладов 1-й международной научно-практической конференции «Горячкинские чтения». – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2013. – С. 179–184. – ISBN-978-5-9546-0086-5.
6. Лылин, Н. А. Методика определения зоны обслуживания предприятия по утилизации техники [Текст] / Н. А. Лылин // Сборник докладов 1-й международной научно-практической конференции «Горячкинские чтения». – М. : ООО «УМЦ «Триада», 2013. – С. 174–179. – ISBN 978-5-9546-0086-5.
7. Лылин, Н. А. Определение типоразмерного ряда предприятий по утилизации техники [Текст] / Н. В. Алдошин, С. П. Казанцев, Н. А. Лылин // Современные проблемы освоения новой техники, технологий, организации технического сервиса в АПК: материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию Белорусского государственного аграрного технического университета и памяти первого ректора БИМСХ (БГАТУ), доктора технических наук, профессора В. П. Сулова. – Минск : БГАТУ, 2014. – С. 97–105. – ISBN 978-985-519-573-4 (ч. 1)
8. Лылин, Н. А. Сбор техники на утилизацию в условиях Московской области [Текст] / Н. В. Алдошин, Н. А. Лылин, А. А. Ивлев // Глобализация и развитие агропромышленного комплекса России: сборник науч. трудов по материалам международной научно-практической конференции, посвященной 110-летию ФГБОУ ВПО СПбГАУ / Под общ. ред. В. А. Смелика. – СПб. : СПбГАУ, 2014. – 311 с. – ISBN 978-5-85983-254-5.