

ИМИТАЦИОННАЯ МОДЕЛЬ РАСЧЕТА СРЕДНЕГО РЕСУРСА СБОРОЧНЫХ ЕДИНИЦ ЗЕРНОУБОРОЧНОГО КОМБАЙНА МЕТОДОМ СЛАБЕЙШЕГО ЗВЕНА

К.В. Шленкин, кандидат технических наук, доцент
тел. 8 9278070325, e-mail: k-shlenkin@yandex.ru

А.К. Шленкин, студент инженерного факультета
тел. 8 9278299809, e-mail: shlenkin15@yandex.ru
ФГБОУ ВПО «Ульяновская ГСХА им. П.А. Столыпина»,

Ключевые слова: Надежность зерноуборочных комбайнов, анализ причин отказов, определение ресурса, метод статистического моделирования, метод слабейшего звена

Сформулированы научные положения для прогнозирования и повышения надежности комбайна с применением метода слабейшего звена в условиях реальной эксплуатации. Разработана имитационная модель расчета среднего ресурса сборочных единиц зерноуборочного комбайна методом слабейшего звена. Разработан алгоритм и программа для реализации имитационной модели прогнозирования надежности комбайнов.

Введение. Надежность зерноуборочных комбайнов является главным показателем при проведении технического обслуживания, ремонта и хранения. Государственными стандартами установлено, что у капитально отремонтированных комбайнов этот показатель должен составлять не менее 80 % от его величины у новых механизмов, однако данное требование в современных условиях не выполняется [1].

Низкая надежность приводит к увеличению затрат на поддержание техники в работоспособном состоянии, простоям, что приводит к ощутимым потерям сельскохозяйственной продукции. Управление элементами надежности зерноуборочных комбайнов закладывается при научных изысканиях, конструкторских и технологических разработках, определяется производством и зависит от условий эксплуатации.

При выборе метода и способа сбора информации о надежности комбайнов основное внимание должно быть уделено вопросам анализа причин отказов. Для этой цели специалист, ведущий сбор информации должен присутствовать при устранении сложных отказов подконтрольной техники, анализируя их причины.

Опрос начинают с выявления внешних проявлений возможных отказов по каждому агрегату: двигателю, КПП, заднему мосту, ходовой части, электрооборудованию, гидросистеме, путем постановки целенаправленных вопросов.

При выявлении наличия внешнего признака отказа, дальнейший опрос должен быть направлен на анализ с целью определения его характера и причин. Причина отказа в зависимости от ее сложности может быть установлена в период опроса или после

его проведения в момент устранения отказа.

Так как отказ детали происходит при отказе по любой рабочей поверхности, то распределение ее ресурса будет распределением первых отказов детали, то есть распределение минимума случайных величин, что для моделирования удобно представить в виде [2]:

$$t_d = \min[t_1, t_2, \dots, t_n],$$

где t_i - ресурс i -ой поверхности детали.

Зная законы распределения рабочих поверхностей, с помощью метода статистического моделирования можно получить случайные значения ресурса в соответствии с указанными законами. Повторяя процедуру многократно, выбирая каждый раз, минимальное значение ресурса, получим статистические данные по ресурсу детали, которые могут определить вид и параметры закона ее распределения. При наличии зависимости отказов производится моделирование зависимых случайных величин как линейной комбинации независимых. В случае определения ресурса комплекта деталей процедура используется дважды (сначала для детали, а затем для комплекта) [3].

Если нет уверенности о виде закона распределения, проводят проверку по критериям согласия, но в данном случае она не решает проблему, так как любой критерий согласия предполагает наличие какой-либо гипотезы о виде законов распределения.

Наиболее приемлемым методом определения соответствия статистических данных какому-

либо закону является совпадение статистических моментов выборки и моментов данного закона. Поскольку обычно используются только четыре пер-

вых момента (d_1, M_2, M_3, M_n), то с достаточной для практических расчетов точностью вид закона можно установить по соответствию первых четырех моментов выборки моментом проверяемого закона, что реализуется с помощью построения доверительных интервалов для статистических моментов и последовательной проверки законов на попадание их моментов в данные интервалы.

При этом может быть принят только один или сразу несколько законов или же не принято ни одного. В первом случае задача решена, а во втором - для выделения единственного закона доверительные интервалы сужают, в третьих - их расширяют и повторяют проверку.

Блок-схема алгоритма моделирования ресурса звеньев методом слабейшего звена приведена на рисунок 1.

В ней приняты следующие обозначения:

$T(N), V(N), N, M$ - массивы исходных данных (наработка, коэффициенты вариации звеньев, число звеньев, закон распределения Вейбулла) [4];

ξ - случайная величина, равномерно распределенная на интервале 0...1; X_i - случайная величина, распределенная по закону Вейбулла; t_0, m_0 - параметры закона распределения ресурса элементов.

Точность процесса моделирования определяется на основании центральной предельной теории вероятностей. С доверительной вероятностью 0,95 погреш-

ность моделирования E вычисляется по формуле:

$$E = \frac{2G}{\sqrt{n}}, \quad (1)$$

где G - среднее квадратичное отклонение;

n - число реализаций.

Обозначив $\frac{E}{t_{cp}} = \delta$ после преобразования

получим число реализаций:

$$n = \frac{4G^2}{\delta^2} \quad (2)$$

На основании вышеописанного алгоритма разрабатываем программу для определения ресурса звеньев методом слабейшего звена.

Порядок работы алгоритма следующий:

Шаг 1. Запуск программы

Шаг 2. Присвоение каждому звену порядкового обозначения в файле исходных данных. Вводятся следующие исходные данные: наработка $T(N)$, коэффициенты вариации звеньев $V(N)$, Число реализаций N , число звеньев M , формула распределения по

$$\text{Вейбулла } T_{ij} = (-t_0 \ln \xi_{ij})^{\frac{1}{m}}.$$

Шаг 3. Начало цикла по числу реализаций $I = 1$.

Шаг 4. Начало цикла по числу звеньев (случайных величин) $J = 1$.

Шаг 5. Моделирование ресурсов звеньев методом слабейшего звена.

Шаг 6. Моделирование закона Вейбулла

$$T_{ij} = (-t_0 \ln \xi_{ij})^{\frac{1}{m}}.$$

Шаг 7. Увеличение счетчика по числу звеньев.

Шаг 8. Проверка условия конца цикла по числу звеньев.

Шаг 9. Увеличение счетчика по числу реализаций.

Шаг 10. Определение слабейшего звена (звена с минимальными ресурсами).

Шаг 11. Проверка условия конца цикла по числу реализаций.

Шаг 12. Определение параметров закона распределения Вейбулла для построения динамики распределения в зависимости от наработки количества отказов того или иного звена.

Шаг 13. Вывод массива в банк данных $T(N)$ для определения количества отказов по группам.

Шаг 14. Банк данных в файле.

Шаг 15. Окончание работы программы. Разработка укрупненной блок-схемы алгоритма моделирования отказов по годам.

Используя алгоритм моделирования среднего ресурса основных звеньев комбайна методом слабейшего звена, разрабатываем алгоритм и программу определения количества возможных отказов комбайна по годам.

Расчет ведется для каждого комбайна от начала выпуска комбайна до 12 лет эксплуатации в хозяйстве. По окончании имитации эксплуатации расчетные данные, отмеченные в шаге 10, рекомендуются товаропроизводителям для прогнозирования отказов по годам и направлены для повышения надежности комбайнов в эксплуатации.

Блок-схема алгоритма моделирования отказов по годам представлена на рисунок 2.

Шаг 1. Запуск программы.

Шаг 2. Осуществляем ввод исходных данных:

номер по порядку (приложение...) $N_0(N)$, год отка-

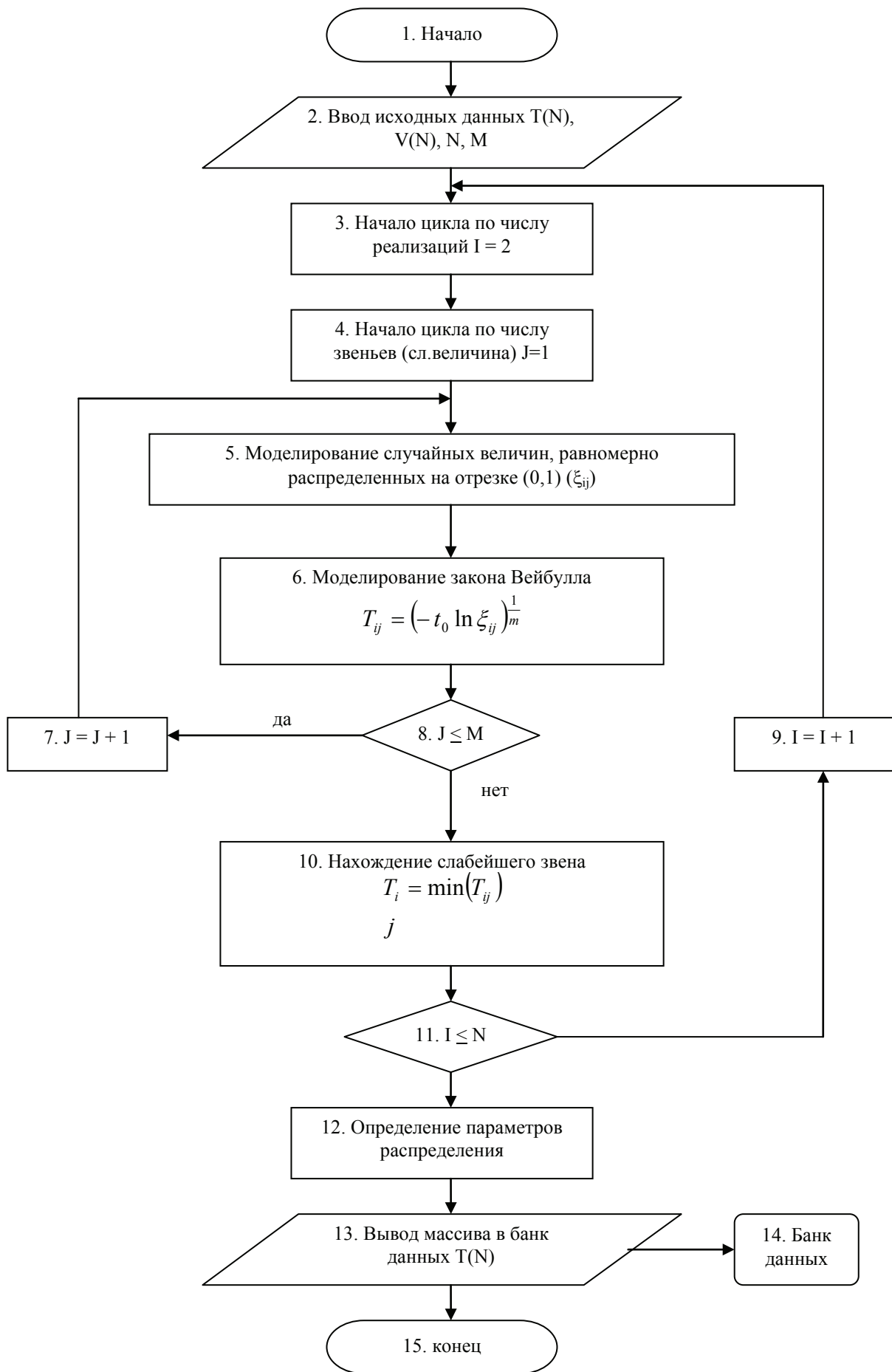


Рисунок 1 - Блок-схема алгоритма моделирования ресурса звеньев методом слабейшего звена

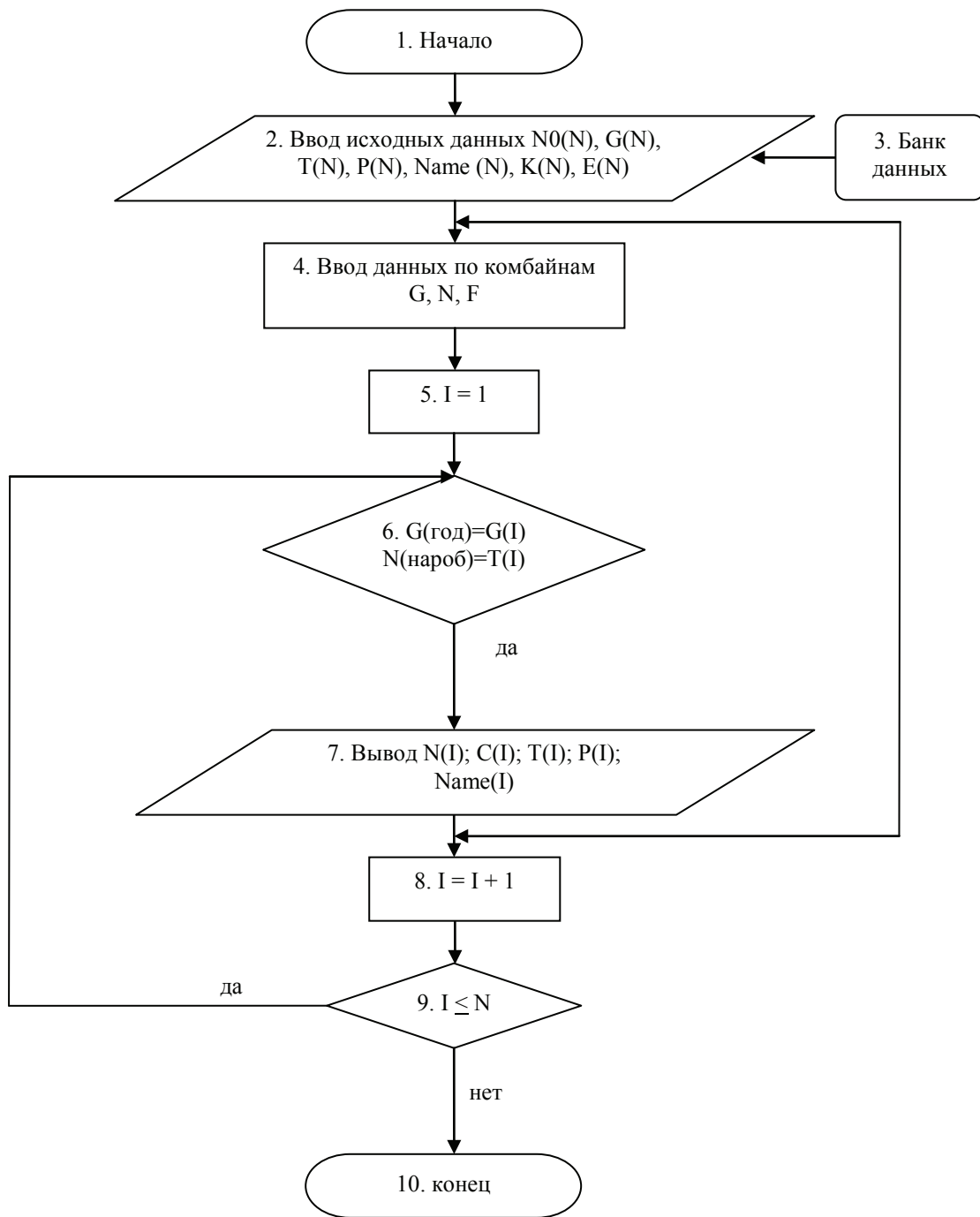


Рисунок 2 - Блок-схема алгоритма прогнозирования

за $G(N)$, наработка до отказа $T(N)$, наименование отказа $Name(N)$, затраты на устранение отказа $P(N)$, признак конструктивных отказов $K(N)$, признак эксплуатационных отказов $E(N)$.

Шаг 3. Банк данных.

Шаг 4. Ввод исходных данных по каждому

комбайну: год эксплуатации G , наработка T , фактор

отказа от 0...100 % F .

Шаг 5. Начало цикла по числу отказов.

Шаг 6. Проверка условия конца цикла по числу

отказов с учетом фактора F .

Шаг 7. Получение результатов по годам (отказы на 12 лет).

Шаг 8. Увеличение счетчика цикла по числу отказов.

Шаг 9. Проверка условия, если не все отказы просмотрены.

Шаг 10. Окончание работы программы, фиксирование количества отказов по годам на 12 лет эксплуатации комбайна в реальной эксплуатации.

Программы для реализации рассматриваемой имитационной модели могут применяться на любых типах современных компьютеров.

Современные программные комплексы, создаваемые на основе баз данных, рассчитаны на широкое применение в различных условиях при минимальных адаптационных изменениях, которые могут вноситься на месте по мере необходимости самим пользователем, с учетом приведенных рекомендаций.

Так как в настоящее время сельскохозяйственные предприятия имеют различный перечень техники, предложенная имитационная модель слабейшего звена может применяться не только на

зерноуборочных комбайнах. Для имитации процесса эксплуатации другой сельскохозяйственной техники необходимо ввести в алгоритм модели свой банк данных по этой технике. Этот алгоритм позволяет также определить отказы техники по годам эксплуатации.

Таким образом, разработанная имитационная модель расчета среднего ресурса сборочных единиц зерноуборочного комбайна методом слабейшего звена позволяет обосновать критерии прогнозирования надежности комбайна, применим в условиях реальной эксплуатации.

Библиографический список:

1. Шленкин К.В. Вопросы надежности техники при дилерской системе технического сервиса в АПК. Сборник научных трудов. Организация системы технического сервиса машин в АПК. Ульяновск. ГСХА, 1997. -С.71...74.
2. Бурумкулов Ф.Х., Лезин П.П. Работоспособность и долговечность восстановленных деталей и сборочных единиц машин. -Саранск: Изд-во Мордов.ун-та, 1993. -120с.
3. Шленкин К.В., Укстин Д.И., Дежаткин М.Е., Варнаков В.В. Рекомендации по повышению надежности зерноуборочных комбайнов «Дон-1500» в условиях эксплуатации. Ульяновск. УГСХА, -35с.
4. Лезин П.П. Формирование надежности сельскохозяйственной техники при ее ремонте. (Под редакцией Ю.А. Вантюсова). -Саратов.: Издательство Саратовского университета, 1987. -195с.

SIMULATION MODEL FOR CALCULATING THE AVERAGE RESOURCE UNITS COMBINE HARVESTER METHOD WEAKEST LINK

Slinkin K.V., Slinkin A. K.

Keywords: *Reliability combine harvesters, failure analysis, resource definition, method of statistical modeling method weakest link*

Abstract. Formulated scientific position to predict and improve the reliability of the harvester using the method weakest link in the actual operational conditions. A simulation model was developed to calculate the average resource units combine harvester method weakest link. The developed algorithm and program for implementing the simulation model reliability prediction harvesters.