
**СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ ОРГАНИЗАЦИИ БИЗНЕС-ПРОЦЕССОВ
В СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ОРГАНИЗАЦИИ НА ОСНОВЕ
ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ****Е.В. Худякова (Москва)**

Эффективность работы любого предприятия, в том числе и предприятия агропромышленного комплекса, во многом определяется рациональной организацией бизнес-процессов. Так как практически любой бизнес-процесс можно охарактеризовать с помощью инструментария СМО, то имитационное моделирование данного процесса позволит выявить «узкие места» в работе сети и сформулировать предложения по его совершенствованию.

Одним из часто применяемых для таких целей программных продуктов является система Anylogic, реализующая, в частности, дискретно-событийный подход в имитационном моделировании. Она обладает удобным интерфейсом, богатым аналитическим инструментарием, содержит средства визуализации процесса.

ЗАО «Куликово» – сельскохозяйственное предприятие севера Московской области производит картофель и овощи. С целью повышения эффективности производства и роста конкурентоспособности в хозяйстве создан цех по переработке картофеля. Для оценки эффективности организации производственного процесса в данном цехе была разработана имитационная модель.

Бизнес-процесс цеха переработки картофеля включает следующие последовательные этапы. На первом этапе картофель привозится в перерабатывающий цех автомобилями ЗИЛ-130 (грузоподъемность 7 т). Затем картофель поступает в машину для сортировки картофеля, разделяющую его на три фракции (мелкий, средний, крупный). Мелкий картофель поступает в сортировочную машину, где происходит его деление на транспортировку в кормоцех или в хранилище. Средний картофель засыпается в бункер, посредством вертикального, спирального транспортера, где он тщательно моется и передается в машину для чистки и резки. Далее картофель проходит этап бланширования (обваривания картофельных чипсов). После этого картофель проходит этап обжарки и добавление приправ и специй. И завершающий этап в обработке картофеля среднего размера – упаковка чипсов. После этого готовые чипсы попадают в цех реализации. Крупный картофель поступает на дотатор для фасовки, после чего направляется на склад.

Имитационное моделирование данного процесса позволит проанализировать эффективность использования оборудования в процессе производства и эффективность организации процесса в целом. Для этого можно использовать основные характеристики СМО – максимальное и среднее время нахождения транзакта в очереди и коэффициент загрузки оборудования, а также идентичность загрузки всех узлов сети. Как известно, оптимально организованный процесс характеризуется небольшими очередями к обслуживающим устройствам при высоких коэффициентах их загрузки.

Концептуальная модель процесса представлена на рис. 1.

Производительность используемого в процессе оборудования следующая:

1. Оборудование для сортировки картофеля – 200 кг/ч.
2. Сортировочно-переборочный стол – 30 кг/ч.
3. Оборудование для мойки – 100 кг/ч.
4. Машина спирального типа для очистки и нарезки картофеля – 150 кг/ч.
5. Оборудование для бланширования – 10 кг/ч.
6. Оборудование для обжарки и добавления приправ и специй с системой автоматического обезмасливания – 10 кг/ч.
7. Комплекс для упаковки – 50 пакетов/ч.

8. Дозатор для упаковки и фасовки картофеля в мешки или сетку – 20 кг/ч.

Автомобиль с картофелем, подъехав к цеху, определенное время ожидает разгрузки в машину для сортировки. Затем появляются очереди партии картофеля

Соответственно приведенной выше схеме в среде AnyLogic разработана имитационная модель данного процесса. Каждому объекту присвоены определенные свойства, которые отражаются в одноименном окне, соответственно каждому элементу модели. Смоделированы индикаторы, показывающие коэффициенты загрузки устройств и длины очереди, анимируемые при прогоне модели. Далее в окно Main к модели добавлена анимация длины очереди (ломаная `queueBeforeTellers`), которая во время прогона модели будет загораться красным цветом при занятии устройства имеет красный, если устройство свободно, то круг будет черным это задано как java-выражение (`MashinaMoika.delay.size() > 0 ? red : black`). Это значит что, когда устройство будет обслуживать, кружок будет окрашен в красный цвет, а когда свободно – в черный.

Как анимационный объект смоделирован сбор статистики времени обслуживания (гистограмма) путем создания Java-класса `Kartofel`, в котором созданы специальные поля для сбора статистики. В Java-классе созданы два параметра: `enteredSystem` типа `double` для сохранения момента времени поступления картофеля в оборудование и `startWaiting` типа `double` для сохранения момента времени постановки партии картофеля в очередь перед оборудованием каждого вида.

Добавлены также элементы сбора статистики времени ожидания партии картофеля и времени пребывания картофеля в системе. Эти элементы запоминают соответствующие значения времени для каждой партии картофеля и предоставляют стандартную статистическую информацию: среднее, минимальное, максимальное из измеренных значений, среднее квадратичное отклонение, доверительный интервал для среднего и т.д.). На диаграмму добавлен объект  с именем `timeInSystemDistr` (рис. 2).

Эффективная и слаженная работа СМО обеспечивается тогда, когда при небольшой очереди коэффициенты загрузки всех узлов сети примерно равны и очередь должна быть небольшой.

Прогон модели показывает недогрузку моечного оборудования (коэффициент загрузки 0,211) и машины для очистки и нарезки картофеля (0,139). Это говорит о неэффективном использовании оборудования, завышении себестоимости готовой продукции вследствие высокой доли амортизации в себестоимости продукции.

Так как интенсивность поступления картофеля определяется динамикой производственного цикла предприятия и не может быть увеличена, то в качестве меры рационализации процесса можно предложить заменить существующие машину-мойку и машины для очистки и нарезки картофеля на менее производительные, реализовав на рынке бывшее в употреблении оборудование.

Результаты прогона модели с заменой оборудования приведено на рис. 3.

Данные прогонов модели сведены в табл. 1, из которой видно, что до замены мойки и машины для очистки и нарезки картофеля на менее производительное оборудование увеличивается и выравнивается по узлам сети коэффициент загрузки оборудования при незначительном (приемлемом) времени нахождения партии картофеля в очереди.

Таким образом, данная модель позволила увидеть узкие места в сети и обосновать предложения по рационализации производственного процесса.

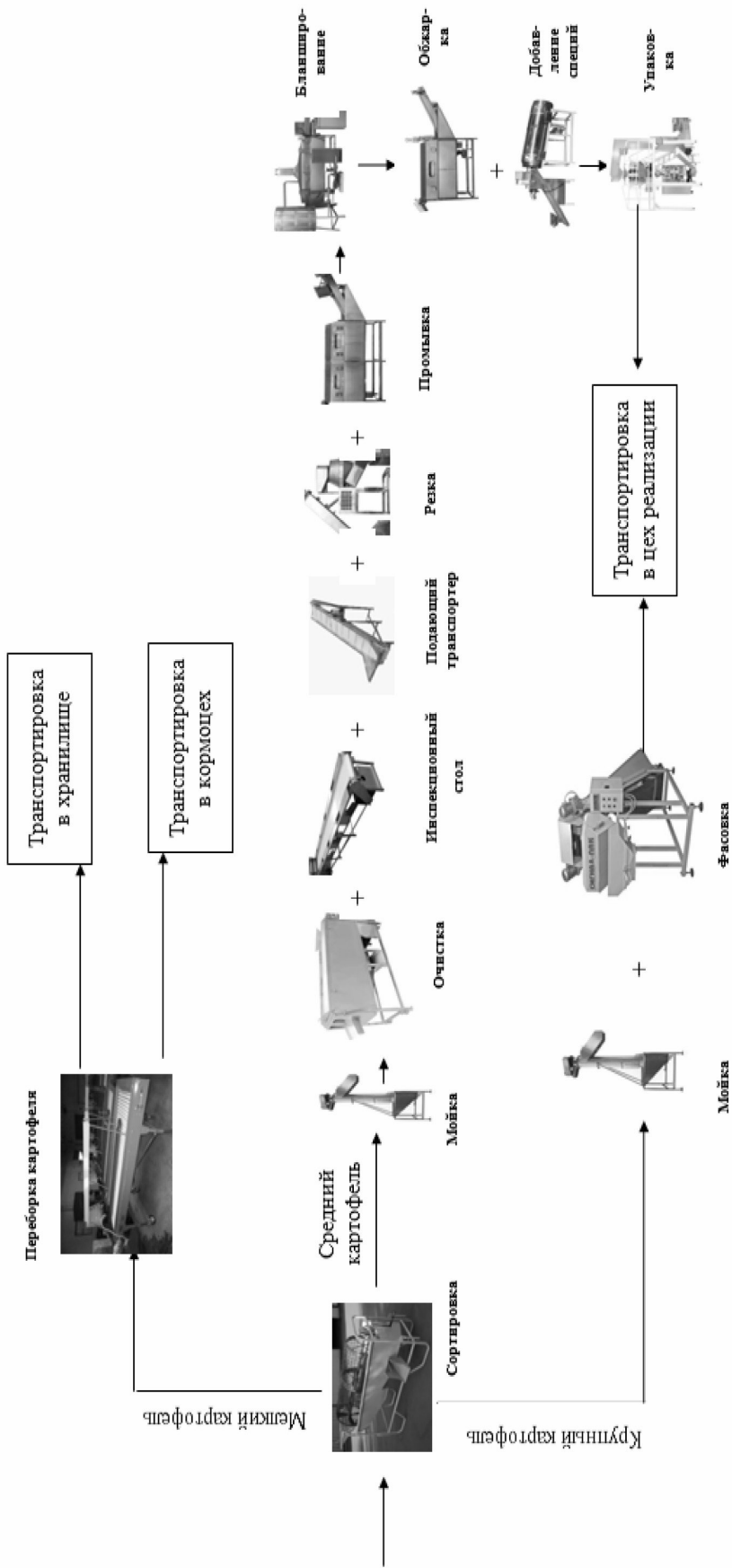


Рис. 1. Схема процесса переработки картофеля

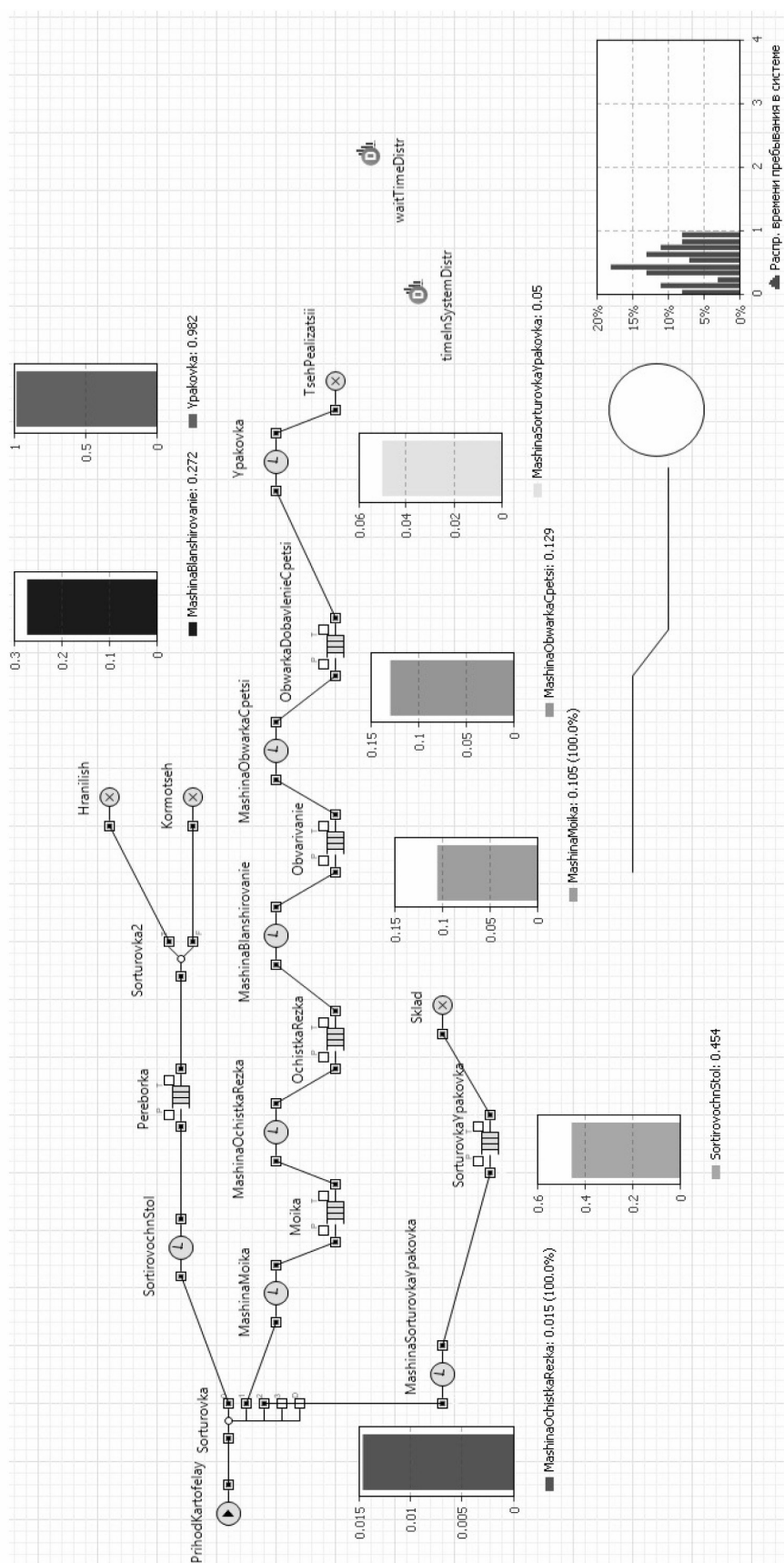


Рис. 2. Имитационная модель процесса переработки картофеля в среде AnyLogic

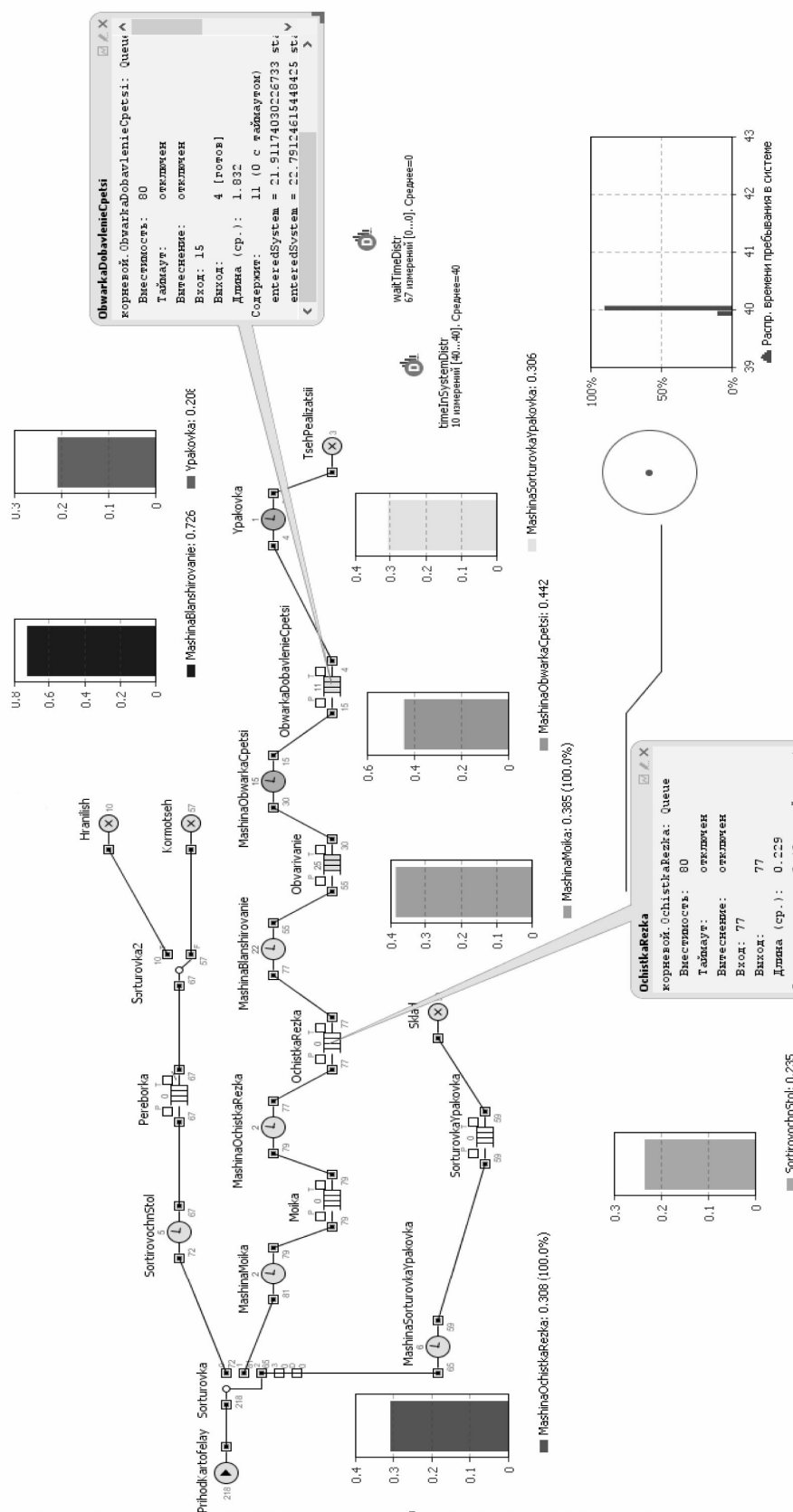


Рис. 3. Прогон модели после замены оборудования

Таблица 1 – Сравнительный анализ основных характеристик работы цеха по переработки картофеля ЗАО «Куликово» до и после совершенствования организации производственного процесса

Показатели	Вариант	Сортировочный стол	Мойка	Машина для очистки и нарезки картофеля	Бланширователь	Машина для обжарки и добавления специй	Упаковка	Машина для сортировки
Коэффициент загрузки оборудования	До замены мойки и машины для очистки и нарезки картофеля	0,253	0,211	0,139	0,833	0,452	0,269	0,280
	После замены мойки и машины для очистки и нарезки картофеля	0,242	0,521	0,383	0,747	0,438	0,204	0,293
Среднее время нахождения партии картофеля в очереди, мин	До замены мойки и машины для очистки и нарезки картофеля	1,2	2,4	3,5	2,1	2,5	1,4	1,2
	После замены мойки и машины для очистки и нарезки картофеля	1,0	1,1	2,3	1,7	1,8	1,2	1,1