

Рис. 1 - Модель копытца КРС

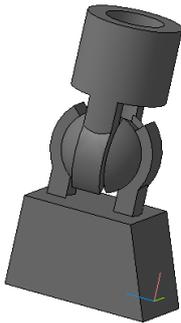


Рис.2 - 3D модель копытца КРС

процесс продолжается при условии что  $R_i < R_k$ . Критерием остановки процесса является момент времени  $t_n$ , когда  $R_n \geq R_k$  – достигнута критическая точка. Тогда критическое время  $T = t_{n-1}$ .

С использованием *Maple*, нами была проведена численная реализация предлагаемого метода. При выборе  $\Delta t = 0,5$  месяца, модель дает время сдвига проекции веса тела до критической точки  $T = 5 \div 5,5$  месяцев, что хорошо согласуется с экспериментальными анатомическими наблюдениями.

Для создания динамической модели данного процесса использовалась система автоматизированного проектирования КОМПАС 3D. В качестве модели сустава использовался шарнирный механизм, представленный на рисунке 2. Линейные размеры модели пропорциональны анатомическим размерам копытца. В модели можно наблюдать движение копытца по заранее заданной траектории. Однако динамический процесс изменения линейных параметров копытца данной модели в КОМПАС 3D очень затруднителен. В настоящее время проводятся эксперименты по созданию динамической модели процесса отрастания копытцевого рога до критического момента, с помощью математической программы *GeoGebra*, позволяющей вводить функциональные зависимости линейных размеров копытца от времени.

**Заключение.** Таким образом, проведенное в *Maple* численное моделирование времени сдвига проекции веса тела КРС до критической точки, хорошо согласуется с экспериментальными анатомическими наблюдениями, что подтверждает адекватность предложенной в [1] модели. Созданная 3D модель копытца КРС в КОМПАС 3D, не позволяет получить визуальную динамическую модель процесса роста.

#### Литература:

1. Математическая модель движения проекции веса тела на подошву копытца крупного рогатого скота: материалы XX(67) Региональной научно-практической конференции преподавателей, научных сотрудников и аспирантов, Витебск, 12–13 марта 2015 г./ ВГУ имени П.М. Машерова: О.В. Пышненко, С.М. Станкевич. – Витебск, 2015. – 15–17 с.

## РЕГРЕССИОННЫЙ АНАЛИЗ КАК МЕТОД ПОСТРОЕНИЯ МОДЕЛИ ИЗМЕРЯЕМЫХ ДАННЫХ

**Бекиш Ю.В.,**

студентка 1 курса ГрГУ имени Я. Купалы, г. Гродно, Республика Беларусь

Научный руководитель – Сетько Е.А., канд. физ.-мат. наук, доцент

Регрессионный анализ позволяет создавать модель измеряемых данных и исследовать их свойства. Цель регрессионного анализа – это вывод уравнения регрессии, включая статистическую оценку его параметров. Таким образом, уравнение регрессии позволит нам найти значение зависимой переменной, при условии, что величины зависимой и независимой переменных известны. Регрессионный анализ является методом математической статистики, который выявляет неявные связи между данными.

**Материал и методы.** Как пример проведения регрессионного анализа, построим модель зависимости розничного товарооборота от денежного дохода населения Республики Беларусь. Согласно данным, предоставленным Национальным Банком РБ в Бюллетенях банковской статистики [1–3] об объемах денежных доходов населения и товарообороте республики за период с 1 января 2012 года по 1 января 2015 года наблюдается относительно равномерное увеличение как денежных доходов населения, так и розничного товарооборота торговли. Если исходные данные представить в виде корреляционного поля, то можно увидеть, что между исследуемыми показателями сильная положительная корреляционная связь.

С помощью Excel строим линию тренда (рис. 1). Далее найдем её уравнение  $y = 0,558x + 1265 + \varepsilon$  и величину достоверности аппроксимации, которая показывает степень соответствия трендовой модели исходным данным, получим, что  $RI = 0,964$ .

Рассмотрим линейную модель парной регрессии  $y = \beta_0 + \beta_1 x + \varepsilon$ , где  $y$  - розничный товарооборот торговли, млрд. руб;  $x$  - денежные доходы населения, млрд. руб. Получим, что уравнение регрессии имеет вид:  $\tilde{y} = 0,56x + 1265$ .

Вычислим  $RI = 0,964$  – коэффициент детерминации, который означает, что 96% общей дисперсии (вариации) розничного товарооборота объясняет построенное уравнение регрессии. И 96% вариации розничного товарооборота объясняется вариацией денежного дохода населения.

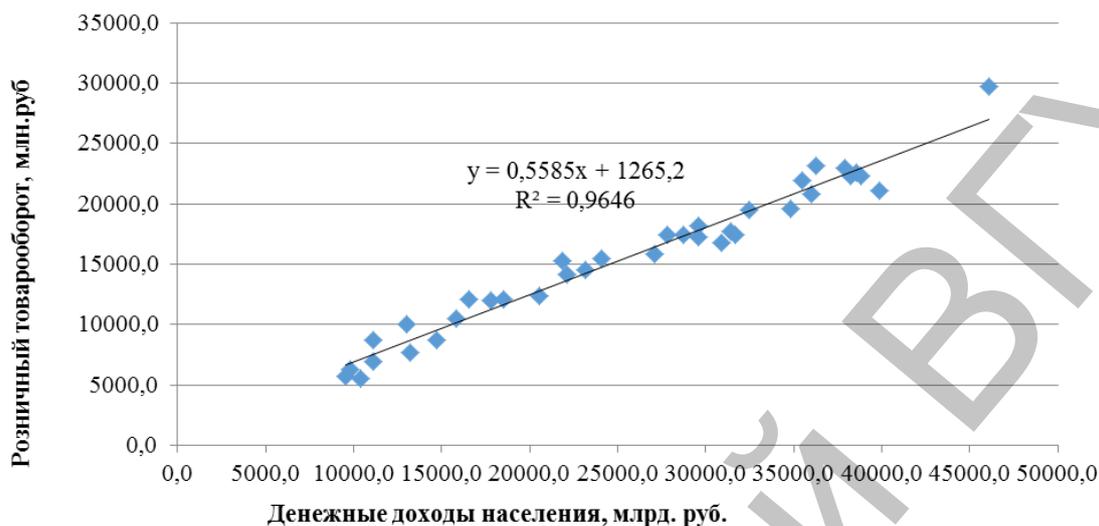


Рисунок 1 – Линейная линия тренда

**Результаты и их обсуждение.** Решение задачи регрессионного анализа целесообразно разбить на несколько этапов [4]:

- предварительная обработка данных;
- выбор вида уравнений регрессии;
- вычисление коэффициентов уравнения регрессии;
- проверка адекватности построенной функции результатам наблюдений.

Предварительная обработка включает стандартизацию матрицы данных, расчет коэффициентов корреляции, проверку их значимости и исключение из рассмотрения незначимых параметров. Выбор вида уравнения регрессии – есть задача определения функциональной зависимости, наилучшим образом описывающей экспериментальные данные. Она связана с преодолением ряда принципиальных трудностей. Качество полученного уравнения регрессии оценивают по степени близости между результатами наблюдений за показателем и предсказанными по уравнению регрессии значениями в заданных точках пространства параметров. Если результаты близки, то задачу регрессионного анализа можно считать решенной. В противном случае следует изменить уравнение регрессии и повторить расчеты по оценке параметров. Однако стоит заметить, что полученные коэффициенты в уравнении регрессии не следует рассматривать как вклад соответствующего параметра в значение показателя. Уравнение регрессии является всего лишь хорошим аналитическим описанием имеющихся данных, а не законом, описывающим взаимосвязи параметров и показателя. Это уравнение применяют для расчета значений показателя в заданном диапазоне изменения параметров. Оно ограничено пригодно для расчета вне этого диапазона, т.е. его можно применять для решения задач интерполяции и в ограниченной степени для экстраполяции [5].

**Заключение.** Регрессионный анализ позволяет решать такие задачи, как прогнозирование и классификация. Если мы подставляем в уравнение регрессии параметры со значением объясняющих переменных, то мы находим прогнозные значения. Если мы строим линию регрессии, то те значения, которые больше нуля, принадлежат к одному классу, те, которые меньше нуля, – к другому классу.

#### Литература:

1. Бюллетень банковской статистики. – 2013. – № 1(151). – [Электронный ресурс] / Нац. банк Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://www.nbrb.by/publications/bulletin/bulletin2013\\_1.pdf](http://www.nbrb.by/publications/bulletin/bulletin2013_1.pdf). – Дата доступа: 25.02.2017.
2. Бюллетень банковской статистики. – 2014. – № 1(163). – [Электронный ресурс] / Нац. банк Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://www.nbrb.by/publications/bulletin/bulletin2014\\_1.pdf](http://www.nbrb.by/publications/bulletin/bulletin2014_1.pdf). – Дата доступа: 25.02.2017.
3. Бюллетень банковской статистики. – 2015. – № 1(175). – [Электронный ресурс] / Нац. банк Республики Беларусь. – Режим доступа: [http://www.nbrb.by/publications/bulletin/bulletin2015\\_1.pdf](http://www.nbrb.by/publications/bulletin/bulletin2015_1.pdf). – Дата доступа: 25.02.2017.
4. Регрессионный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://center-yf.ru/data/stat/Regressionnyi-analiz.php>– Дата доступа: 26.02.2017.
5. Регрессионный анализ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/section\\_16/](http://www.datuapstrade.lv/rus/spss/section_16/). – Дата доступа: 26.02.2017.