

DOI: <https://doi.org/10.26897/2618-8732-2020-20-22-27>  
УДК 591.952

## ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА В ЗАДАЧАХ ПРОГНОЗА

Ларцева Е.С., Кузнецова А.Д.

На основании официальных статистических данных по численности поголовья представителей семейства нежвачных парнокопытных животных (*Artiodactyla*) на территории Российской Федерации на примере двух видов: домашних свиней и диких кабанов проанализирована динамика показателя на долгосрочном периоде. Выявлены разнонаправленные тренды по каждому виду. Получены математические модели динамики поголовья с использованием методов регрессионного анализа и прикладного программного обеспечения. Получены статистические оценки качества моделей численности животных. Выполнен краткосрочный прогноз на 2020 год.

**Ключевые слова:** численность поголовья, модель прогноза, парнокопытные, свиньи, кабаны

## USE OF REGRESSION ANALYSIS IN FORECAST TASKS

Lartseva E.S., Kuznetsova A.D.

Based on official statistics on the number, of representatives of the family of non-ruminant cloven-hoofed animals (*Artiodactyl*) on the territory of the Russian Federation. Using the example of two species: domestic pigs and wild boars, the dynamics of the indicator for the long term is analyzed. Multidirectional trends were revealed for each species. Mathematical models of the dynamics of the livestock were obtained using the methods of regression analysis and applied software. Statistical estimates of the quality of animal population models were obtained. The short-term forecast for 2020 has been fulfilled.

**Keywords:** number of livestock, forecast model, artiodactyls, pigs, wild boars

Род кабанов объединяет не очень большое число видов. На сегодняшний день выведено всего около 20 различных видов млекопитающих. Все эти виды условно подразделяются на Западные, Восточные, Индийские и Индонезийские. Центральноевропейские представители вида широко распространены в разных странах Европы, а также в Европейской части России. Большинство видов больших диких кабанов получили своё название именно благодаря ареалу распространения животных. Так, представители среднеазиатского подвида обитают в Средней Азии, Афганистане, Казахстане и Монголии. Ареал кабанов представляет собой довольно обширную местность. Уссурийские кабаны обитают на территории Дальневосточного района России, вблизи рек Амур и Уссури. Иногда данный вид также именуют Дальневосточным [7].

Поголовье свиней зависит от заболеваний и показателей экспорта и импорта мяса этих животных. По данным доклада Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО) «Обзор мясных рынков – анализ динамики мирового рынка мяса в 2018 г.» мировое производство мяса свиней оценивалось в 120,5 млн. тонн, что составило прирост всего на 0,6% по сравнению с 2017 годом. Несмотря на то, что падение производства в Китае заметно превысило уровень стагнации в мире, все же, оно до сих пор составляет 46% от общемирового объема. Производство снизилось также в Бразилии, Вьетнаме и на Украине. В то же время, производство свинины в Евросоюзе, США и Российской Федерации выросло, удержав мировое производство на прежних уровнях [10].

Дикие кабаны и домашние свиньи относятся к одному и тому же виду, поскольку, дикие кабаны – предки домашних свиней. В связи с этим свиньям могут передаваться патогены, поражающие диких кабанов, и наоборот. В странах Центральной и Восточной Европы болезнью, поражающей оба типа животных и создающей большинство проблем в последние десятилетия, является, по-видимому, классическая чума свиней (КЧС): как только у диких кабанов выявлены вспышки КЧС, это сразу вынуждает обязательное проведение кампаний по пероральной вакцинации. В настоящее время встают две проблемы, носящие более тяжелый характер: африканская чума свиней (АЧС) и туберкулез (ТБ). Первая ведет наступление через страны Балтии, Польшу, Россию, Беларусь и Украину. Недавно она добралась до Румынии и Республики Чехия и, скорее всего, она продолжит оставаться причиной нарастающего беспокойства и других стран континента. Туберкулез начинает поражать диких кабанов и свиней во многих странах Европы – от Соединенного Королевства, Иберийского полуострова, Польши и Франции до Греции. [8].

На сегодняшний день статистические данные помогают отобразить динамику численности свиней и диких кабанов, выявить причину спада или роста поголовья, оценить причины колебаний.

#### Цель и задачи исследований

Целью исследований стало построение модели прогноза численности представителей семейства нежвачных парнокопытных животных (*Artiodactyla*) на территории Российской Федерации на примере двух видов: домашних свиней и диких кабанов.

#### Материалы и методы

Материалами исследования стали официальные данные службы государственной статистики Российской Федерации по разделу «Сельское хозяйство» [9], в том числе по поголовью сельскохозяйственных животных в Российской Федерации (свиньи, тысяч голов) за период 1990-2019 гг. и численности основных видов охотничьих ресурсов в Российской Федерации (кабаны, тысяч голов) за период 2004-2018 годы.

Реализация в хозяйствах всех категорий объем продуктов животноводства в живом весе по виду свиньи увеличился с 1824 до 4700 тыс. т. Однако экспорт свинины в России в 2019 году составлял 76, а в 2020 году 197 тыс. тонн.

В качестве метода исследований использованы основные положения теории вероятностей и математической статистики, в частности, регрессионного анализа. Расчеты выполнены с использованием прикладного программного обеспечения, в частности пакета «Анализ данных» электронных таблиц Microsoft Excel [4].

Регрессионный анализ и лежащий в его основе метод наименьших квадратов широко используются в различных отраслях науки: в экономике для выполнения прогнозов [5], в строительстве для прогноза надежности сооружений [2], при обработке данных гидравлических экспериментов [6], в геологии для изучения свойств грунтов [3], в ветеринарной медицине для нахождения связей между явлениями [1].

Гистограммы численности поголовья рассматриваемых видов животных (диких кабанов и домашних свиней) на территории России приведены на рисунках 1а и 1б.

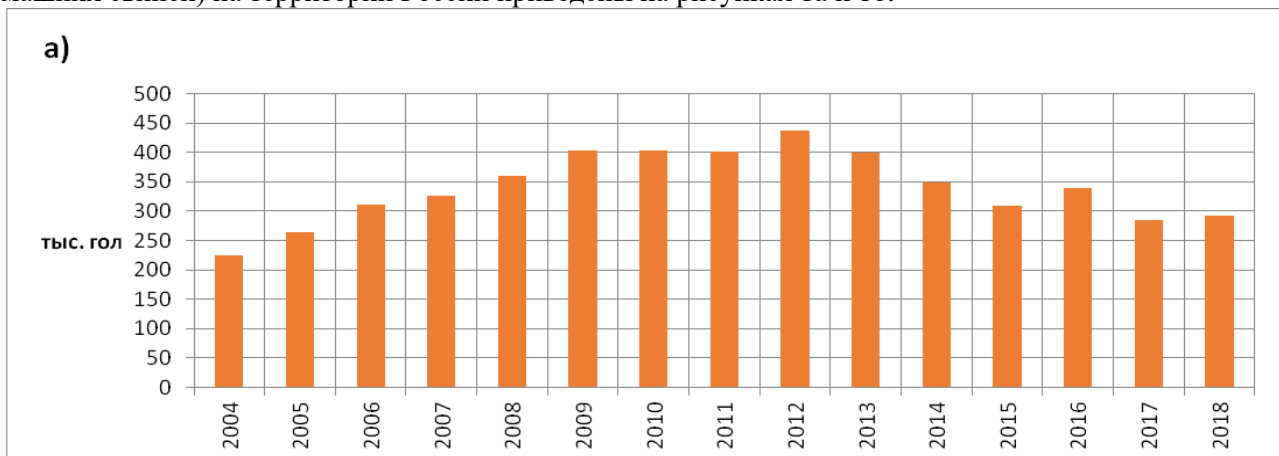


Рисунок 1а - Гистограммы численности диких кабанов на территории Российской Федерации

Как видно из рисунка 1б, поголовье домашних свиней, начиная с 1990 года, имеет тенденцию к снижению до 2004 года, затем происходит налаживание работы хозяйств по выращиванию свиней и спад численности этих домашних животных заменяется ростом. Одним из главных факторов снижения численности поголовья в 2004 году являлась вспышка АЧС, повлекшая за собой вынужденное уничтожение. Количественное регулирование популяции, как правило, связано с угрозой заболеваний; централизованное управление и мониторинг осуществляется на местном уровне.

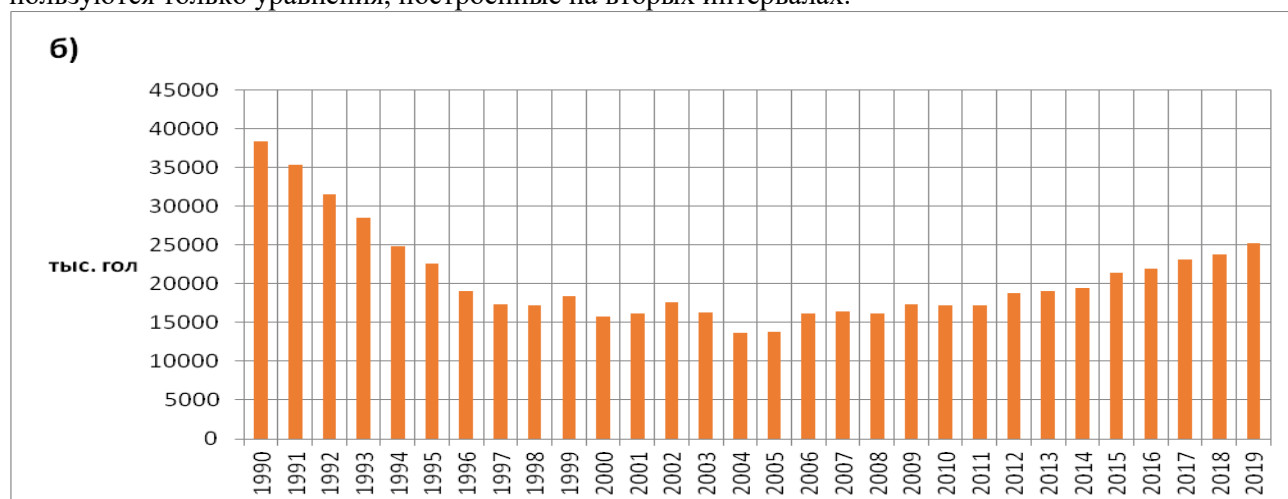
Поголовье диких кабанов (рисунок 1а) на сопоставимом периоде имеет аналогичную динамику роста с 2004 по 2012 год. Начиная с 2013 года можно увидеть снижение численности диких кабанов на территории Российской Федерации.

Для построения прогнозных моделей предложено разбить факторные поля на два интервала:

-Для поголовья диких кабанов первый интервал с 2004 года по 2012 год, второй интервал с 2013 года по 2018 год.

-Для поголовья домашних свиней первый интервал с 1990 года по 2004 год, второй интервал с 2005 года по 2019 год.

На каждом из интервалов выполняется построение регрессионной модели, но для прогноза используются только уравнения, построенные на вторых интервалах.



**Рисунок 16 - Гистограммы численности домашних свиней на территории Российской Федерации**

### Результаты и обсуждение

Анализ гистограмм, приведенных на рисунках 1а и 1б, показывает неоднородность динамики поголовья свиней и кабанов. Динамика поголовья на этих периодах целесообразно описать моделью в виде нисходящей/восходящей прямой с разным угловым коэффициентом.

Факторное поле и линии регрессии для 2-х указанных временных интегралов приведены на рисунках 2 и 3.

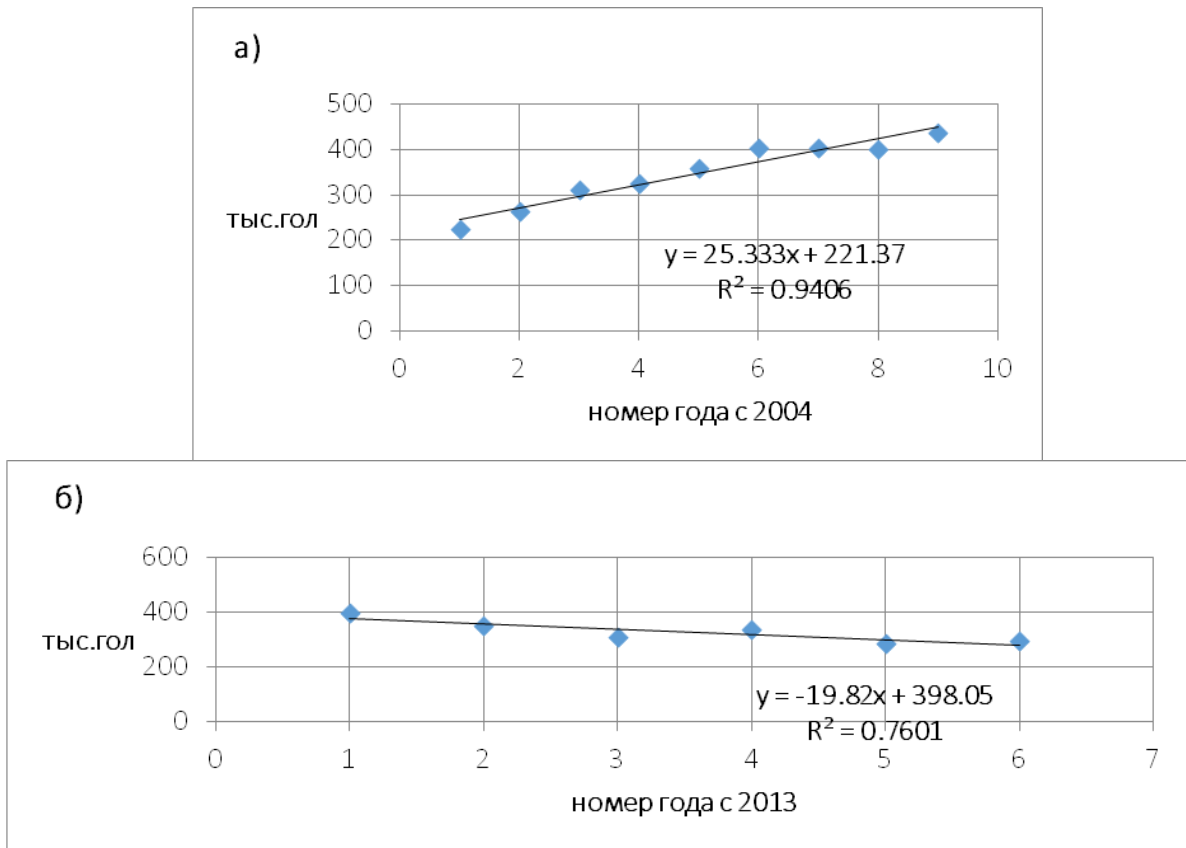
Для проверки статистического качества полученных математических моделей динамики поголовья животных были использованы следующие критерии: коэффициент детерминации, критерий Фишера, критерий Стьюдента, критерий Дарбита-Уотсона. Значения критериев приведены в таблице 1. Проверка статистических качеств полученных уравнений приведена в таблице 1.

Таблица 1

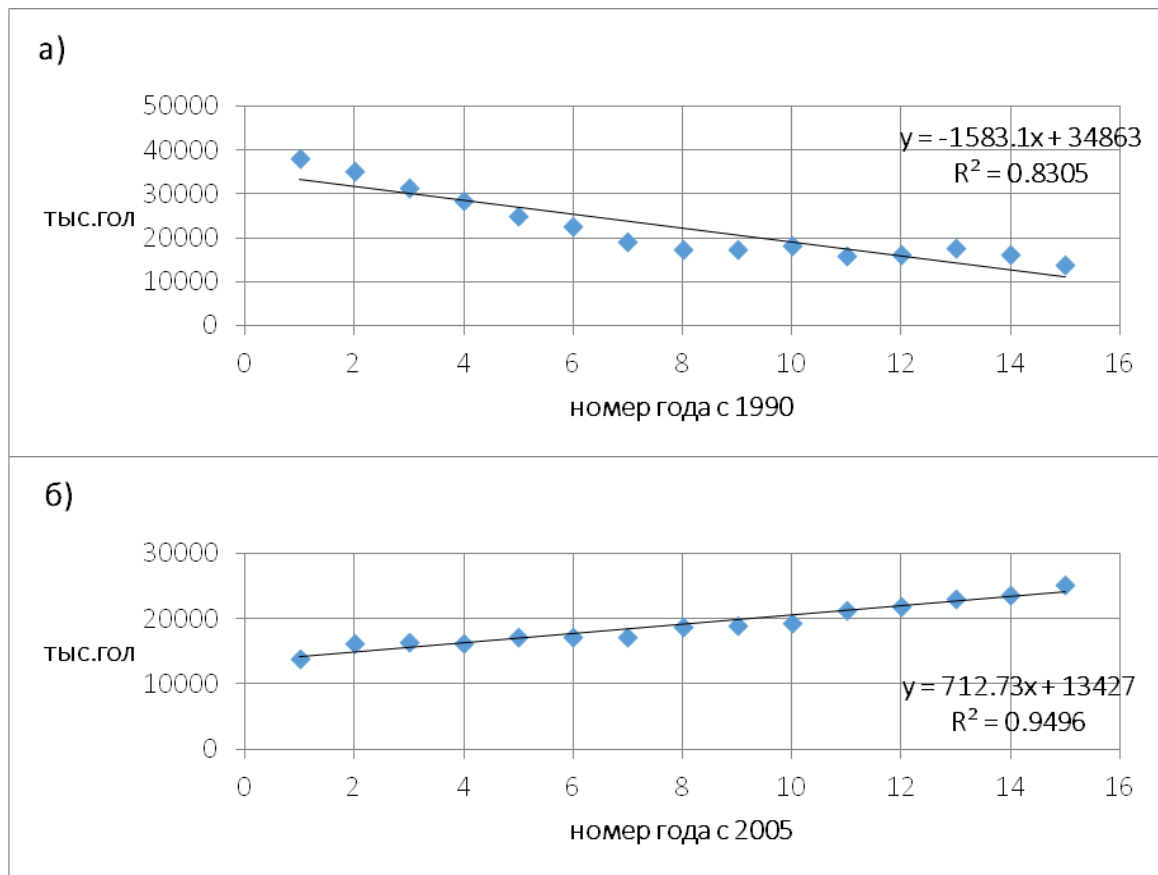
### Критерии статистического качества математических моделей динамики поголовья животных

Показатель, тыс. голов	Интервал построения модели	Коэффициент детерминации	Критерий Фишера	Критерий Стьюдента	Критерий Дарбита-Уотсона
Поголовье свиней	1990-2004	0,830	0,000	0,000	0,289
	2005-2019	0,949	0,000	0,023	
Поголовье кабанов	2005-2012	0,940	0,000	0,000	1,116
	2013-2018	0,760	0,023	0,023	

Статистические оценки качества полученных регрессионных моделей (Таблица 1) достаточно хорошие, но критерий Дарбита-Уотсона для модели численности домашних свиней на первом интервале (1990-2004 гг.) и численности диких кабанов на втором интервале (2013-2018 гг.) оказался вне пределов критических значений. Это означает, что динамика поголовья животных в этот период могла иметь не только тенденцию к ежегодному росту либо снижению, но и циклические колебания. Для выяснения возможного периода колебаний численности животных выполнен лаговый анализ, который не выявил статистически достоверных циклов, следовательно, все уравнения парной линейной регрессии могли быть использованы для анализа численности поголовья.



**Рисунок 2- Факторные поля и уравнения линейной регрессии для поголовья диких кабанов:**  
**а) – на интервале 2004-2012 гг; б) – на интервале 2005-2018 гг.**



**Рисунок 3 - Факторные поля и уравнения линейной регрессии для поголовья домашних свиней**

До 2012 года поголовье диких кабанов в Российской Федерации имело статистически достоверный рост со средней скоростью 25 тысяч животных в год. Поголовье диких кабанов, начиная с 2013 года и по настоящее время, статистически достоверно сокращается в среднем со скоростью 19 тысяч животных в год. До 2004 года поголовье домашних свиней в Российской Федерации имело статистически достоверное снижение со средней скоростью 1583 тысячи животных в год. Начиная с 2005 года и по настоящее время, статистически достоверно поголовье домашних свиней увеличивается со средней скоростью 712 животных в год. К сожалению, в настоящее время численность домашних свиней до сих пор не достигла уровня 1990 года и составляла в 2019 году только 66% от аналогичного показателя.

Сравнение численности диких кабанов и домашних свиней на интервале 2004-2018 гг. показало, что число домашних свиней значительно превышает численность диких кабанов. В 2004 году поголовье домашних свиней было в 60 раз больше, в 2018 году стало больше практически в 80 раз. Это объясняется ростом поголовья свиней в хозяйствах и снижением поголовья диких кабанов.

Краткосрочный прогноз выполнялся для моделей, построенных на вторых интервалах, был выполнен по уравнениям:

Для численности диких кабанов:

$$\text{Поголовье, тыс.гол} = -19,82 \cdot \text{номер года} + 398,05$$

Для численности домашних свиней:

$$\text{Поголовье, тыс.гол} = 712,73 \cdot \text{номер года} + 13427$$

При сохранении существующей тенденции согласно краткосрочному прогнозу на конец 2020 года численность диких кабанов должна снизиться и составить 239,49 тыс. голов.

При сохранении существующей тенденции согласно краткосрочному прогнозу на конец 2020 года численность домашних свиней должна увеличиться и составить 24830,68 тыс. голов.

### Заключение

Проанализирована динамика поголовья представителей семейства нежвачных парнокопытных животных (*Artiodactyla*) на территории Российской Федерации на примере двух видов: домашних свиней и диких кабанов. Выявлены разнонаправленные тренды к снижению и росту каждого из видов животных.

Составлены математические модели прогноза численности представителей каждого вида и оценено статистическое качество моделей.

Получен краткосрочный прогноз поголовья животных на конец 2020 года: численность диких кабанов должна снизиться и составить 239,49 тыс. голов, численность домашних свиней должна увеличиться и составить 24830,68 тыс. голов.

### Литература

1. Борисевич М.Н. Линейные и нелинейные математические модели в ветеринарной медицине. Часть 1. Введение // Ветеринарная Практика. 2005. № 3(30). С. 16 – 21.
2. Волков В.И., Снежко В.Л., Козлов Д.В. Прогноз уровня безопасности низконапорных и бесхозных гидротехнических сооружений // Гидротехническое строительство. 2018. № 11. С. 35 – 41.
3. Горобцов Д.Н. Анализ взаимосвязи между теплофизическими свойствами и простейшими физическими показателями моренных суглинков Московского региона // Инженерные З. изыскания. 2011. № 3. С. 24 – 30.
4. Карлберг Конрад. Регрессионный анализ в Microsoft Excel. М.: Изд-во Вильямс. 2017. 400 с.
5. Русина А.Н., Карпычева О.В. Моделирование сценарных условий прогнозирования кадровой потребности экономики региона // Экономика труда. 2017. Том 4. № 4. С. 309-322. doi: 10.18334/et.4.4.38469
6. Снежко В.Л. Современные способы обработки данных в исследованиях гидравлических сопротивлений турбулентных потоков // Научно-технический вестник Поволжья. 2011. № 1. С. 179-185.
7. Дикие кабаны (1/2)-ветеринарные риски и текущая ситуация [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.pig333.ru/articles/2943> (Дата обращения 11.10.2020).
8. Дикий кабан. Образ жизни и среда обитания кабана [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://givnost.ru/dikij-kaban-obraz-zhizni-i-sreda-obitaniya-dikogo-kabana> (Дата обращения 11.10.2020).
9. Сельское хозяйство, охота и лесное хозяйство. Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. – Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (Дата обращения 01.10.2020)
10. ФАО: мировое производство, импорт и экспорт мяса свиней в 2018 г [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.fao.org.ru> (Дата обращения 09.10.2020).

### Referenses:

1. Borisevich M.N. Linejnye i nelinejnye matematicheskie modeli v veterinarnoj medicine. CHast' 1. Vvedenie // Veterinarnaya Praktika. 2005. № 3(30). S. 16 – 21.

2. Volkov V.I., Snezhko V.L., Kozlov D.V. Prognoz urovnya bezopasnosti nizkonapornyh i beskhozyajnyh gidrotekhnicheskikh sooruzhenij // Gidrotekhnicheskoe stroitel'stvo. 2018. № 11. S. 35 □ 41.
3. Gorobcov D.N. Analiz vzaimosvyazi mezhdu teplofizicheskimi svojstvami i prostejshimi fizicheskimi pokazatelyami morenyh suglinkov Moskovskogo regiona // Inzhenernye 3. Iizyskaniya. 2011. № 3. S. 24 – 30.
4. Karlberg Konrad. Regressionnyj analiz v Microsoft Excel. M.: Izd-vo Vil'yams. 2017. 400 s.
5. Rusina A.N., Karpicheva O.V. Modelirovanie scenarnyh uslovij prognozirovaniya kadrovoj potrebnosti ekonomiki regiona // Ekonomika truda. – 2017. – Tom 4. – № 4. – S. 309-322. doi: 10.18334/et.4.4.38469
6. Snezhko V.L. Sovremennye sposoby obrabotki dannyh v issledovaniyah gidravlicheskih soprotivlenij turbulentnyh potokov // Nauchno-tekhnicheskij vestnik Povolzh'ya. 2011. № 1. S. 179-185.
7. Dikie kabany (1/2)-veterinarnye riski i tekushchaya situaciya [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://www.pig333.ru/articles/2943> (Data obrashcheniya 11.10.2020).
8. Dikij kaban. Obraz zhizni i sreda obitaniya kabana [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <https://givnost.ru/dikij-kaban-obraz-zhizni-i-sreda-obitaniya-dikogo-kabana> (Data obrashcheniya 11.10.2020).
9. Sel'skoe hozyajstvo, ohta i lesnoe hozyajstvo. Federal'naya sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [https://rosstat.gov.ru/enterprise\\_economy](https://rosstat.gov.ru/enterprise_economy) (Data obrashcheniya 01.10.2020)
10. FAO: mirovoe proizvodstvo, import i eksport myasa svinej v 2018 g [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: <http://www.fao.org.ru> (Data obrashcheniya 09.10.2020).

**Данные об авторах:**

**Ларцева Елена Сергеевна**, магистрант

*E-mail: Larceva\_e@bk.ru*

**Кузнецова Алиса Дмитриевна**, магистрант

*E-mail: alisa-kuznetsova-98@mail.ru*

*Российский Государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева  
Тимирязевская ул., 49, Москва, Россия*

**Author details:**

**Lartseva Elena Sergeevna**, undergraduate

**Kuznetsova Alisa Dmitrievna**, undergraduate

*Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy  
Timiriazevskaja st., 49, Moscow, Russia*

**Рецензент:**

**Снежко Вера Леонидовна**, заведующая кафедрой информационных технологий в АПК, доктор технических наук, профессор