

friendlyhighly functional bioadditives for animals (review)), Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka, 2020, No. 21(5), Pp. 483-502.

2. Матвеева Е.А., Тяпугин Е.Е., Боголюбова Л.П., Никитина С.В., Семенова Н.В., Тяпугин С.Е., Кочетков А.А. Динамика численности и продуктивности молочного и молочно-мясного скота в Российской Федерации // Молочное и мясное скотоводство. 2020. № 8. – С 3-6. [Электронный ресурс] DOI: 10.33943/MMS.2020.17.96.001.

3. Мысик А.Т. Современные тенденции развития животноводства в странах мира // Зоотехния. 2010. №. 1. С.2-8. [Электронный ресурс] URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=13016575>.

4. Особенности технологии подготовки компонентов кормовых добавок нового поколения для сельскохозяйственных животных / В. И. Трухачев, В. Ф. Филенко, В. Н. Задорожная [и др.] // Вестник АПК Ставрополя. – 2013. – № 2(10). – С. 92-96. – EDN QZQWFF.

5. Продуктивность и физико-химический состав молока при использовании в рационе лактирующих коров многокомпонентной кормовой добавки / В. И. Трухачев, Н. П. Буряков, А. Н. Швыдков [и др.] // Зоотехния. – 2022. – № 1. – С. 2-7. – DOI 10.25708/ZT.2021.39.24.001. – EDN WRCVNS.

6. Трухачев, В. И. Использование ферментной кормовой добавки в период раздоя коров / В. И. Трухачев, О. Е. Комарова, Г. И. Багишаева // АгроЗооТехника. – 2022. – Т. 5, № 1. – DOI 10.15838/alt.2022.5.1.3. – EDN UPBTUW.

7. Хардик, И. В. Использование энзимов в кормлении лактирующих коров / И. В. Хардик, О. Е. Комарова // Доклады ТСХА : Сборник статей. Выпуск 293, Москва, 02–04 декабря 2020 года. Том Часть I. – Москва: РГАУ, 2021. – С. 725-728. – EDN DEYGIM.

УДК 636.082.231

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ДИНАМИКИ МАССЫ ЯИЦ МЯСНЫХ КУР РОДИТЕЛЬСКОГО СТАДА МЕТОДАМИ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

Харитоновна Анна Евгеньевна, к.э.н., доцент кафедры статистики и кибернетики, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, kharitonova.a.e@rgau-msha.ru

Загарин Артем Юрьевич, младший научный сотрудник научно-образовательной лаборатории «Перспективных технологий», ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, azagarin@rgau-msha.ru

Научный руководитель: Буряков Николай Петрович, д.б.н., профессор, заведующий кафедрой кормления животных, ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева, n.buryakov@rgau-msha.ru

Аннотация. Методами машинного обучения была построена модель зависимости динамики массы яиц кур родительского стада цыплят-бройлеров кросса Кобб-500 от возраста, уровня потребляемого корма и воды.

Информационной базой для построения модели послужили результаты научно-хозяйственного опыта, по оценке эффективности скармливания кормовой добавки. Коэффициент детерминации составил 90 %.

Ключевые слова: *родительское стадо цыплят-бройлеров, масса яиц, зоотехнические показатели, машинное обучение.*

Введение. Птицеводство является наиболее динамично развивающейся и востребованной отраслью животноводства, о чем свидетельствует наибольший удельный вес производства мяса птицы в мировом производстве всех видов мяса – 39,54 % (по итогам 2020 года). При этом, Российская Федерация по объемам производства мяса птицы в настоящее время занимает 4-е место в мировом рейтинге. Наибольшее значение в мясном птицеводстве принадлежит выращиванию цыплят-бройлеров [2].

Для успешного развития современной отрасли птицеводства необходимо обеспечить ряд важных условий, одно из которых повышение вывода молодняка, находящегося в зависимости от качества инкубационных яиц [1].

Внедрение методов машинного обучения позволит оперативно отслеживать ход научного опыта или производственного цикла и при необходимости принимать требуемые решения по корректировке или устранению определенных паратипических факторов с целью оптимизации уровня и динамики продуктивности и качества продукции, в том числе – инкубационных яиц [3].

Цель исследования: провести анализ зависимости массы яиц от уровня алиментарных факторов и возраста методами машинного обучения.

Задачи исследования:

- провести загрузку исходных данных для анализа;
- провести чистку и предобработку данных;
- провести предварительный анализ данных;
- построить модель машинного обучения;
- описать результаты проведенного анализа.

Материал и методика исследования. Метод исследования: метод дерева решений.

Исходными данными для анализа послужили результаты опыта по оценке эффективности использования фитобиотической кормовой добавки Бутитан, основными действующими веществами которой являются танины древесины *Castanea sativa*, в кормлении родительского стада цыплят-бройлеров кросса Кобб-500. Для анализа были взяты средние по группам показатели массы яиц и потребляемого корма и воды в динамике опыта.

Исследование было проведено с января по июль 2022 года на базе племенного хозяйства акционерного общества «Птицефабрика Верхневолжская» Вышневолоцкого района Тверской области. На момент начала опыта возраст кур составлял 19 недель. Научно-хозяйственный опыт включал в себя период предкладки, первый и второй период яйцекладки,

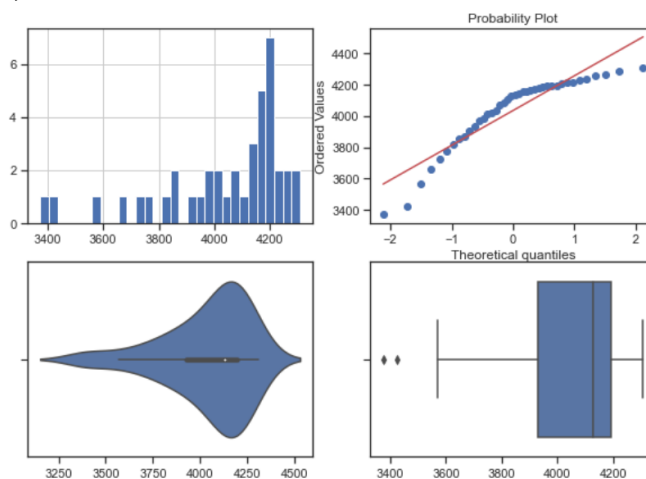
продолжительность опыта составила 25 недель (175 суток). Курам контрольной и опытной групп согласно фазам яйценоскости скармливали одинаковые комбикорма, которые были сбалансированы по питательным веществам и соответствовали руководству по содержанию родительского стада кросса Кобб-500, в комбикорма контрольной группы включали кормовой антибиотик, в комбикорма опытной – фитобиотик.

Анализ результатов опыта был проведен с помощью языка программирования Python и среды для работы JupyterLab.

Результаты исследования. Первоначально данные были проверены на соответствие типам и наличие пропусков. Отклонений и пропусков выявлено не было.

Рассчитав описательные статистики, можно отметить, что данные имеют разный масштаб, поэтому для применения ряда методов машинного обучения необходимо приводить показатели к единым единицам измерения.

Также было проведено визуализирование данных с целью поиска выбросов (рисунок 1).



**Рис. 1 Поиск выбросов в данных
(показатель средней масса курочки, г)**

Как видно, 2 единицы отличаются от основной совокупности, однако из-за небольшого количества наблюдений удалять переменные нецелесообразно.

По результатам опыта была проведена оценка влияния алиментарных факторов (потребление корма, г/гол., потребление воды, мл/гол., соотношение воды и корма) и возраста птицы на среднюю массу яйца.

В качестве метода анализа был использован алгоритм дерева решений в качестве модели регрессии.

По результатам построенной модели были рассчитаны 3 метрики: средняя ошибка прогноза, коэффициент детерминации и средняя абсолютная ошибка в процентах (рисунок 2).

```
[58]: # Создаем выборки
# X - факторы; y - классификационный признак (всегда 1 столбец)
y = data['Вес яйца, гр']
#X = data.drop('Группы', axis=1)
x_col_list3 = ['корм, гр/гол', 'вода, мл/гол', "соотношение, вода/корм"]
X=data[x_col_list3]

[30]: # Создаю перечень параметров для перебора
#Все параметры, доступные для настройки можно посмотреть по ссылке: https://scikit-learn.org/stable/modules/generated/sk
params = {'max_features': ['sqrt', 'log2'], 'max_depth': [2,3,4,5], 'min_samples_leaf': [1,2,3,4,5]}

[31]: # Применяю функцию к методу Деревя решени
grid_search_cv = GridSearchCV(DecisionTreeRegressor(), params)

[32]: # Запускаю на обучающих данных:
grid_search_cv.fit(X, y)

[32]: GridSearchCV(estimator=DecisionTreeRegressor(),
                  param_grid={'max_depth': [2, 3, 4, 5],
                              'max_features': ['sqrt', 'log2'],
                              'min_samples_leaf': [1, 2, 3, 4, 5]})

[34]: model_DT = DecisionTreeRegressor(**grid_search_cv.best_params_)
model_DT.fit(X, y)
pred_DT = model_DT.predict(X)
MAE_DT=mean_absolute_error(y, pred_DT)
R2_DT =r2_score(y, pred_DT)
MAPE_DT=mean_absolute_percentage_error(y, pred_DT)
# Оцениваем точность модели
print('MAE: ', MAE_DT)
print('R2: ',R2_DT)
print('MAPE: ',MAPE_DT)

MAE: 1.4605357142857138
R2: 0.8995282606905521
MAPE: 0.024294004369713327
```

Рис. 2 Метрики качества модели зависимости

В целом качество модели следует признать высоким. Коэффициент детерминации составил 90 %, т.е. на 90 % вариация массы яйца зависит от включенных в модель факторов. Средняя ошибка составила 1,46 г, а средняя абсолютная ошибка в процентах – всего 2,43 %.

Визуализирование сравнения фактической и прогнозируемой динамики представлено на рисунке 3.

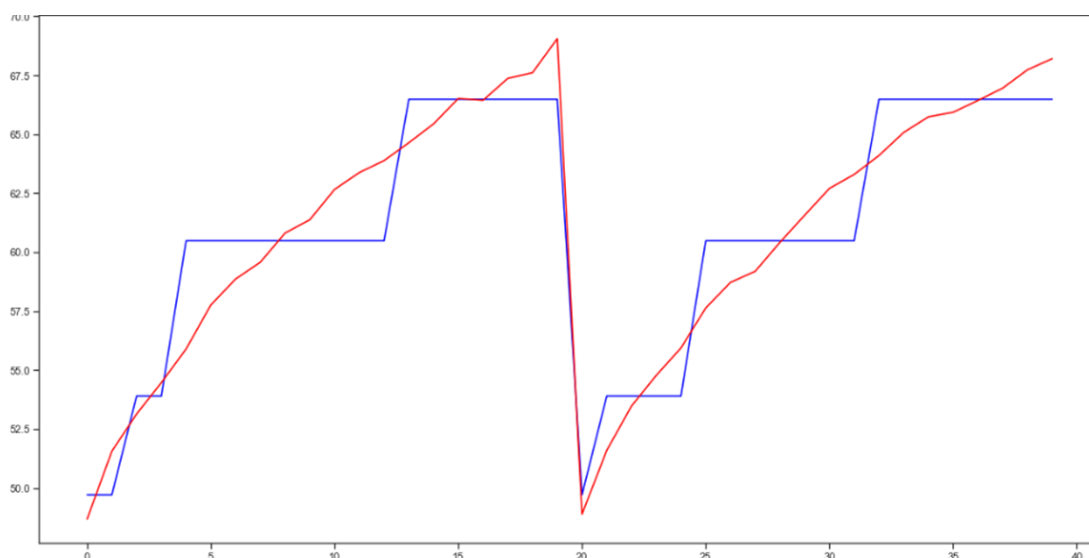


Рис. 3 Сравнение фактической и прогнозируемой динамики массы яиц (слева – контрольная группа, справа – опытная группа)

Заключение. По результатам работы была проведена чистка и предобработка данных и построена модель машинного обучения для прогнозирования динамики массы инкубационных яиц.

В перспективе данные модели машинного обучения можно будет использовать в оперативном режиме для контролирования хода эксперимента или производственного цикла и принятия оперативных решений. Также можно будет анализировать не только сводные данные по группам, но также и первичные данные.

Разработанные модели также гибки в использовании. Так, меняя зависимую переменную в модели, а также меняя факторы можно строить новые модели и выявлять нетипичные зависимости. В перспективе внедрение данных моделей поможет оперативно отслеживать изменения в количественных хозяйственно-полезных признаках на каждой неделе опыта или производственного процесса и регулировать уровень и качество паратипических факторов в зависимости от них.

Библиографический список

1. Колокольникова, Т. Н. Влияние обработки яиц рибофлавином на жизнеспособность эмбрионов перепелов / Т. Н. Колокольникова, М. Н. Радченко, Е. П. Понтанькова // Птицеводство. – 2022. – № 6. – С. 43-47.
2. Фисинин, В. И. Уровень динамики развития мясного и яичного птицеводства России. Результаты работы отрасли в 2022 году / В. И. Фисинин // Птицеводство. – 2023. – № 4. – С. 4-8.
3. Цифровые технологии анализа данных в сельском хозяйстве / А. П. Зинченко, А. В. Уколова, В. В. Демичев [и др.]. – Москва: «Научный консультант», 2022. – 260 с.

УДК 636.084 : 636.52/ . 58

СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К КОРМЛЕНИЮ БРОЙЛЕРОВ

Молоскин Сергей Александрович, к.б.н., научный и технический директор ООО «Адиссео Евразия» serguei.moloskin@adisseo.com

Агаркова Алиса Анатольевна, аспирант ФГБОУ ВО ФГБОУ ВО РГАУ – МСХА имени К.А.Тимирязева, agarkova-vasilisa@mail.ru

Аннотация: Грамотный подход к кормлению птицы позволяет существенно увеличить приросты живой массы бройлеров и яйценоскость кур, улучшить конверсию корма и качество получаемой продукции и тем самым повысить рентабельность предприятия.

Ключевые слова: ввод ферментов и подкислителей в рационы для бройлеров, балансовый опыт по расчету обменной энергии, матрицы питательности при использовании ферментов, увеличение приростов живой массы бройлеров, баланс электролитов в организме птиц.