

Научная статья
УДК 636.5.033:636.083:004.932
<https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-101-107>

ЦИФРОВАЯ ОЦЕНКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ РЕАКТИВНОСТИ МОЛОДНЯКА КУР ПРИ ПРИМЕНЕНИИ КОНТРОЛИРУЕМОЙ ВИЗУАЛЬНОЙ СТИМУЛЯЦИИ

Александр Николаевич Судаков^{1✉}, Евгений Александрович Андрианов²,
Алексей Александрович Андрианов³, Светлана Михайловна Редькина⁴

¹⁻³Воронежский государственный аграрный университет имени императора Петра I, Воронеж, Россия

⁴Российский государственный университет народного хозяйства имени В.И. Вернадского, Балашиха, Россия

¹ansudak@gmail.com

²evgeniy377@gmail.com

³alexey739@gmail.com

⁴sveta1808@gmail.com

Аннотация. В современном птицеводстве повышение продуктивности сопровождается возрастанием требований сельскохозяйственной птицы к условиям содержания, особенно в ранний постэмбриональный период. Целью исследования являлась оценка влияния контролируемой визуальной стимуляции на зоотехнические показатели и двигательную реактивность молодняку кур. Объектом исследований был молодняк кур кросса Ломан Браун. В опыте использовали 60 инкубационных яиц, разделенных на опытную и контрольную партии по 30 яиц. После вывода молодняк содержали в двух брудерах с идентичными условиями содержания. В опытной группе применяли динамический визуальный раздражитель, представленный свободно колеблющимися бумажными полосками, приводимыми в движение воздушным потоком от вентилятора. Двигательную активность регистрировали методом цифровой обработки видеотрансляции. Различий по живой массе молодняку в возрасте 1, 3, 7, 12 и 15 суток статистически не установлено. При близком числе всплесков двигательной активности в опытной и контрольной группах, соответственно 80 и 78 эпизодов, опытная группа характеризовалась меньшей максимальной амплитудой и меньшим абсолютным приростом активности. Полученные данные позволяют рассматривать контролируемую визуальную стимуляцию как перспективный элемент сенсорного обогащения среды при выращивании молодняку кур.

Ключевые слова: молодняк кур, стресс-реактивность, сенсорная стимуляция, визуальный раздражитель, двигательная активность, цифровой видеомониторинг, компьютерное зрение

Для цитирования: Цифровая оценка двигательной реактивности молодняку кур при применении контролируемой визуальной стимуляции / А.Н. Судаков, Е.А. Андрианов, А.А. Андрианов, С.М. Редькина // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2026. № 3(86). С. 101-107. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-101-107>.

Original article

DIGITAL ASSESSMENT OF MOTOR REACTIVITY OF YOUNG CHICKENS UNDER CONTROLLED VISUAL STIMULATION

Alexander N. Sudakov^{1✉}, Evgenii A. Andrianov², Aleksei A. Andrianov³, Svetlana M. Redkina⁴

¹⁻³Voronezh State Agrarian University named after Emperor Peter the Great, Voronezh, Russia

⁴Vernadsky Russian State University of National Economy, Balashikha, Russia

¹ansudak@gmail.com

²evgeniy377@gmail.com

³alexey739@gmail.com

⁴sveta1808@gmail.com

Abstract. In modern poultry farming, increased poultry productivity is accompanied by higher requirements for housing conditions, especially during the early postembryonic period. The purpose of the study was to assess the effect of controlled visual stimulation on zootechnical indicators and motor reactivity of young chickens. The object of the study was Loman Brown young chickens. A total of 60 hatching eggs were divided into experimental and control groups of 30 eggs each. After hatching, chicks were kept in two identical brooders. In the experimental group, a dynamic visual stimulus was used, consisting of freely oscillating paper strips moved by airflow from a fan. Motor activity was recorded by digital video processing. No statistically significant differences in live weight were found at 1, 3, 7, 12, and 15 days of age. With a similar number of motor activity bursts in the experimental and control groups, 80 and 78 episodes respectively, the experimental group was characterized by a lower peak value and lower absolute increase in activity. The obtained data make it possible to consider controlled visual stimulation as a promising element of sensory environmental enrichment during the rearing of young chickens.

Keywords: young chickens, stress reactivity, sensory stimulation, visual stimulus, motor activity, digital video monitoring, computer vision

For citation: Sudakov A. N., Andrianov E. A., Andrianov A. A., Redkina S. M. Digital assessment of motor reactivity of young chickens under controlled visual stimulation. Bulletin of Michurinsk State Agrarian University, 2026, no. 3(86), pp. 101-107. <https://doi.org/10.24412/1992-2582-2026-3-101-107>.

Введение. Птицеводство является одним из наиболее интенсивных направлений животноводства. Высокие показатели продуктивности современных кроссов кур были достигнуты за счет селекционной работы, совершенствования технологий кормления, инкубации, микроклимата, ветеринарного сопровождения и автоматизации производственных процессов. Вместе с тем рост продуктивности сопровождается повышением требований птицы к условиям содержания [1].

Особенно чувствительным периодом является ранний постэмбриональный этап развития [2]. После вывода молодняк переходит к самостоятельному потреблению корма и воды, осваивает пространство брудера, реагирует на источник тепла, звуковой фон, воздушные потоки, изменения освещенности и движение персонала. В этот период формируются первичные поведенческие реакции, которые оказывают влияние на поведение птицы при последующем содержании [3].

В процессе выращивания птицы полностью исключить воздействие внешних раздражителей невозможно. Осмотр поголовья, обслуживание оборудования, кормление, уборка, взвешивание, вакцинация и иные технологические операции неизбежно сопровождаются появлением человека, изменением звукового фона, движением объектов и воздушных потоков. Для молодняка, не адаптированного к таким воздействиям, они могут вызывать резкое увеличение двигательной активности, скучивание, нарушение распределения по площади брудера, временное прекращение кормления и потребления воды, а также и другие реакции, имеющие зоотехническое значение [4].

Традиционные подходы к снижению негативного влияния стресс-факторов в птицеводстве направлены на оптимизацию условий содержания, кормления, микроклимата и ветеринарно-профилактических мероприятий [5]. Однако значительная часть производственных раздражителей не может быть полностью исключена из технологического процесса. В связи с этим перспективным направлением является не только устранение неблагоприятных факторов среды, но и формирование у птицы более устойчивой реакции на характерные раздражители [6].

В современной литературе сенсорная стимуляция рассматривается как одно из направлений формирования адаптационных возможностей птицы [7]. Сенсорные воздействия могут включать световые, акустические, визуальные, механические и комбинированные раздражители. При корректном подборе режима они могут выступать не как стрессор, а как адаптирующий фактор, способствующий снижению выраженности реакции на последующие изменения среды [8].

Отдельного внимания заслуживает объективная оценка поведения птицы. Традиционно состояние молодняка оценивается специалистом визуально [9]. Такой подход остается важным элементом зоотехнической работы, однако он неизбежно содержит субъективную составляющую. Опытный специалист способен быстро определить состояние поголовья, но его заключение зависит от опыта, времени наблюдения, освещенности, расположения птицы и присутствия самого наблюдателя. При изучении реакции на человека это особенно важно, поскольку наблюдатель одновременно может быть и раздражителем.

Развитие цифровых технологий позволяет перейти от органолептической оценки к количественной регистрации поведения. Видеоаналитика и компьютерное зрение дают

возможность длительно регистрировать двигательную активность группы молодняка без отлова, индивидуального контакта с птицей и применения датчиков, закрепляемых на теле [10]. Аналогичные подходы применяются при разработке технических средств контроля состояния молодняка птицы в брудере, включая использование машинного зрения для регистрации положения и поведения цыплят [11].

Цель исследования: оценить влияние контролируемой динамической визуальной стимуляции на зоотехнические показатели и цифровые показатели двигательной реактивности молодняка кур.

Материалы и методы исследований. Исследование проводили на молодняке кур кросса Ломан Браун. В опыте использовали 60 инкубационных яиц, полученных от родительского стада кур возрастом 35 недель. Яйца были разделены на две партии по 30 шт.: опытную и контрольную. На этапе инкубации индивидуальную идентификацию яиц осуществили путем нанесения номера на тупом конце яйца черным перманентным маркером. Это позволило проводить индивидуальный учет массы каждого яйца в процессе искусственной инкубации.

После вывода молодняк был распределен в два одинаковых брудера. Индивидуальное мечение цыплят после вывода не проводили. В связи с этим не выполняли индивидуальное сопоставление массы конкретного яйца с массой конкретного цыпленка.

В каждом брудере были установлены вакуумная поилка и бункерная кормушка. Молодняк получал комбикорм для молодняка кур-несушек. Корм и вода находились в свободном доступе. Поскольку контрольная и опытная группы содержались в одинаковых по размеру брудерах, получали одинаковый корм, имели одинаковый тип поилок, кормушек и обогрева, различающимся фактором являлось наличие или отсутствие визуального раздражителя.

В опытной группе над зоной содержания молодняка был установлен динамический визуальный раздражитель. В качестве раздражителя использовали полоски бумаги, закрепленные таким образом, чтобы они могли свободно колебаться под действием воздушного потока. Периодическое движение полосок создавалось вентилятором, включавшимся в заданном режиме.

Вентилятор включался 32 раза в сутки продолжительностью 15 минут. Расстояние от полосок бумаги до пола брудера составляло 120 см. Контакт полосок бумаги с птицей был исключен. В контрольной группе аналогичный раздражитель не применяли.

Для оценки роста молодняка проводили индивидуальное взвешивание цыплят на электронных весах с точностью до 0,1 г. Взвешивание выполняли в возрасте 1, 3, 7, 12 и 15 суток. Полученные данные использовали для оценки динамики живой массы молодняка контрольной и опытной групп.

Цифровую обработку видеоданных выполняли с применением алгоритмов компьютерного зрения (рисунок 1). Обработка была основана на выделении движущихся объектов на фоне относительно статичной сцены. Пол брудера, стенки, кормушки, поилки и другие неподвижные элементы изображения рассматривались как фон. Изменяющиеся элементы изображения, обусловленные перемещением молодняка, учитывались как показатель двигательной активности.

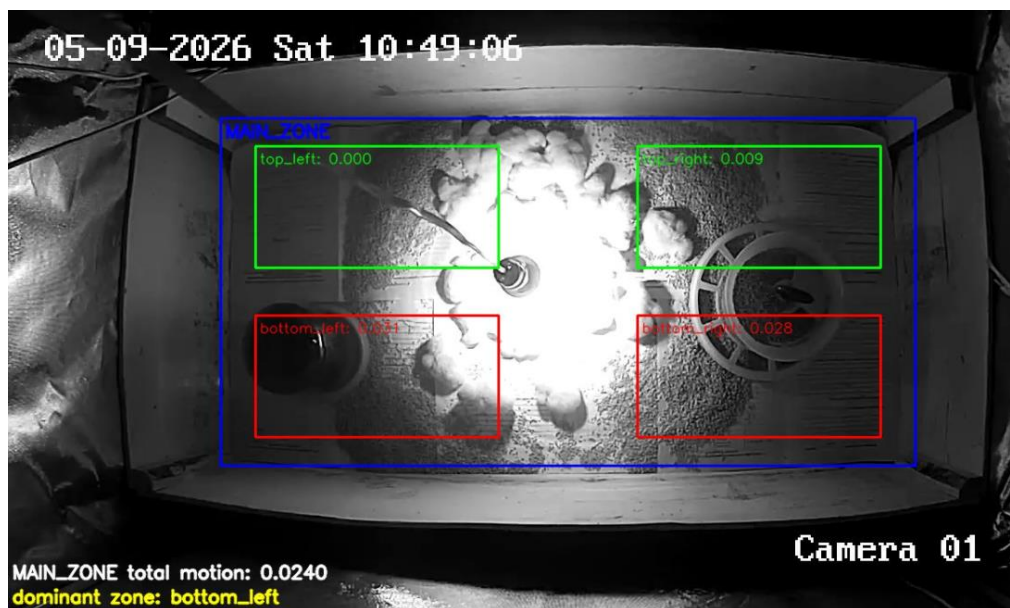


Рисунок 1. Скриншот экрана в процессе работы системы видеоаналитики
Figure 1. Screenshot of the video analytics system in operation

Для обработки видеоданных использовали программу на языке Python с применением библиотеки OpenCV. В качестве основного сигнала применяли показатель общей двигательной активности группы.

По данным временного ряда в каждом боксе отдельно выявляли эпизоды резкого повышения активности. Под всплеском активности понимали эпизод, при котором показатель двигательной активности превышал фоновый уровень, после чего регистрировали максимальное значение, абсолютный прирост, продолжительность эпизода и время восстановления.

Статистическую обработку проводили по двум направлениям. На первом этапе все выявленные всплески активности одного бокса сравнивали со всеми всплесками другого бокса как независимые выборки. Такой подход характеризовал общую двигательную реактивность группы, но не позволял трактовать каждый эпизод как реакцию на строго один и тот же внешний момент. На втором этапе проводили сравнение среднесуточных показателей, что позволяло снизить влияние неравномерного распределения событий внутри суток.

Поиск всплесков двигательной активности и статистическую обработку результатов выполняли с приме-

нением скрипта на языке Python. Для обработки таблиц использовали библиотеки pandas и numpy, для статистических расчетов – scipy и statsmodels.

Статистическую обработку выполняли с учетом распределения данных и характера сравниваемых выборок. Нормальность распределения оценивали по критерию Шапиро-Уилка. При сравнении всех выявленных всплесков активности опытной и контрольной групп использовали t-критерий Уэлча, а также непараметрические критерии Манна-Уитни, Колмогорова-Смирнова и Бруннера-Мунцеля, что было связано с отклонением части показателей от нормального распределения и возможным различием дисперсий. Для оценки устойчивости различий рассчитывали 95 %-ные доверительные интервалы. Дополнительно проводили анализ среднесуточных значений, где каждый день рассматривали как парное наблюдение для опытной и контрольной групп; в этом случае применяли парный t-критерий и критерий Уилкоксона. Различия считали статистически значимыми при $p < 0,05$.

Результаты исследований и их обсуждение. Из 60 заложённых яиц было получено 51 гол. молодняка. Общий вывод от числа заложённых яиц составил 85,0 %. В опытной партии из 30 яиц было получено 26 цыплят, в контрольной – 25 цыплят. Вывод от числа заложённых яиц составил 86,7 % в опытной партии и 83,3 % в контрольной партии.

Таблица 1
Table 1

**Результаты вывода молодняка от числа заложённых яиц
Chick hatchability results as a percentage of the number of eggs set**

Группа	Заложено яиц, шт.	Получено молодняка, гол.	Вывод, %
Опытная	30	26	86,7
Контрольная	30	25	83,3
Всего	60	51	85,0

Яйца опытной и контрольной партий были сопоставимы по исходной массе. Средняя масса яиц при закладке составила $60,44 \pm 3,25$ г в опытной партии и $60,70 \pm 3,38$ г в контрольной партии. Потеря массы яиц к завершающему этапу инкубации составила около 13 % в обеих партиях:

$12,88 \pm 1,95$ % в опытной партии и $12,92 \pm 2,41$ % в контрольной. Статистически значимых различий по массе яиц и величине усушки не выявлено.

Масса суточного молодняка также была близкой: $42,57 \pm 2,67$ г в опытной группе и $43,20 \pm 3,16$ г в контрольной группе. Значимых различий между группами по данному

показателю не установлено. Это позволяет рассматривать опытную и контрольную группы как сопоставимые по основным инкубационным показателям и использовать последующее сравнение двигательной активности для оценки влияния условий постэмбрионального выращивания.

Данные по живой массе молодняка представлены в таблице 2. На всех сроках учета средняя масса молодняка контрольной группы была несколько выше, чем в опытной группе. Однако статистически значимых различий между группами по живой массе ни на одном сроке учета выявлено не было.

Таблица 2
Table 2

Динамика живой массы молодняка в опытной и контрольной группах
Changes in the live body weight of chicks in the experimental and control groups

Дата	Возраст, сут.	Опытная группа, г	n	Контрольная группа, г	n
01.04.2026	1	42,57±2,67	26	43,20±3,16	25
04.04.2026	3	45,01±2,99	26	45,30±3,16	25
08.04.2026	7	72,46±3,98	26	74,66±6,24	25
13.04.2026	12	117,79±8,25	24	123,08±11,56	21
16.04.2026	15	155,26±10,92	19	157,87±16,06	16

На 7-е сутки различие между группами составило 2,20 г, на 12-е сутки – 5,29 г, на 15-е сутки – 2,61 г. Уровень значимости по критерию Уэлча составил $p=0,144$ на 7-е сутки, $p=0,090$ на 12-е сутки и $p=0,586$ на 15-е сутки. Следовательно, применение динамической визуальной стимуляции не сопровождалось статистически подтвержденным снижением живой массы молодняка.

При интерпретации данных за 12-е и 15-е сутки необходимо учитывать уменьшение числа взвешенных цыплят в обеих группах, что связано с особенностями учета и отсутствием индивидуального мечения птицы. В связи с этим данные по живой массе в настоящем исследовании исполь-

зовали прежде всего для оценки безопасности применяемого воздействия, а не для доказательства влияния стимуляции на скорость роста.

Цифровой анализ видеоданных позволил выявить в опытной группе 80 всплесков двигательной активности, в контрольной – 78 всплесков. Близкое число эпизодов показывает, что применение динамической визуально-механической стимуляции не сопровождалось выраженным изменением частоты возникновения всплесков активности. Основные различия между группами были связаны с амплитудными характеристиками эпизодов.

Описательная статистика показателей всплесков активности представлена в таблице 3.

Таблица 3
Table 3

Описательная статистика всплесков двигательной активности
Descriptive statistics of motor activity bursts

Показатель	Опыт	n	Контроль	n
Максимальная амплитуда всплеска, усл. ед.	0,28	80	0,35	78
Абсолютный прирост активности, усл. ед.	0,23	80	0,29	78
Относительный прирост активности, %	222,7	73	1289,3	74
Продолжительность эпизода, мин.	21,26	80	19,63	78
Время восстановления, мин.	20,14	71	18,09	68

Примеч.: усл. ед. – условные единицы цифрового сигнала общей двигательной активности, полученного при обработке видеоматериалов. Показатель не является физической величиной скорости или перемещения птицы, а отражает относительную выраженность движения в зоне видеонаблюдения. Относительный прирост активности выражен в процентах.

Максимальная амплитуда всплеска активности в опытной группе была ниже, чем в контрольной, на 0,064 условных единицы. В относительном выражении контрольная группа превышала опытную по данному показателю на 22,7 %. По критерию Уэлча различие составило $p=0,0148$, по критерию Манна-Уитни – $p=0,0068$, по критерию Колмогорова-Смирнова – $p=0,0074$, по критерию Бруннера-Мунцеля – $p=0,0063$. Доверительный интервал раз-

ности средних составил от -0,116 до -0,015, что также указывает на устойчивое снижение амплитудного показателя в опытной группе.

Абсолютный прирост активности в опытной группе также был ниже: $0,23\pm0,12$ против $0,29\pm0,19$ в контрольной группе. Различие составило 0,06 условных единицы, или 23,9 %. По критерию Уэлча $p=0,0293$, по критерию Манна-Уитни $p=0,0461$, по критерию Колмогорова-Смирнова $p=0,0342$, по критерию Бруннера-Мунцеля $p=0,0464$.

Продолжительность эпизодов и время восстановления также статистически не различались. Следовательно, наиболее выраженные различия между группами были связаны не с количеством всплесков, их длительностью или скоростью восстановления, а с амплитудой двигательной реакции.

Сравнение групп по основным показателям всплесков активности представлено в таблице 4.

Таблица 4
 Table 4

Сравнение показателей всплесков двигательной активности между группами
Comparison of motor activity burst parameters between the groups

Показатель	Разность средних, опыт–контроль	Отличие контроля от опыта, %	p Уэлча	p Манна–Уитни
Максимальная амплитуда всплеска	-0,0639	22,7	0,0148	0,0068
Абсолютный прирост активности	-0,0557	23,9	0,0293	0,0461
Относительный прирост активности	-1066,661	479,1	0,1980	0,7259
Продолжительность эпизода, мин	1,6343	-7,7	0,4516	0,7355
Время восстановления, мин.	2,0526	-10,2	0,3882	0,7311

Относительный прирост активности имел крайне высокую вариабельность. Это связано с тем, что при низком фоновом уровне активности даже небольшое абсолютное изменение может приводить к очень высоким относительным значениям.

Дополнительно был проведен анализ среднесуточных значений показателей активности. Такой подход позволяет уменьшить влияние отдельных резко выраженных эпизодов и рассматривать каждый день наблюдения как единицу сравнения. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5
 Table 5

Сравнение среднесуточных показателей всплесков активности
Comparison of daily mean activity burst parameters

Показатель	n дней	Опытная группа	Контрольная группа	Разность опыт–контроль	p парного t-критерия	p Уилкоксона
Количество всплесков за сутки	20	4,000	3,850	0,150	0,8232	0,6802
Средняя максимальная амплитуда	20	0,262	0,412	-0,150	0,0281	0,0005
Средний абсолютный прирост	20	0,217	0,355	-0,139	0,0414	0,0006
Средний относительный прирост	17	294,349	158,691	135,658	0,2905	0,2842
Средняя площадь положительного отклонения	20	3,108	4,121	-1,013	0,0287	0,0266
Средняя продолжительность эпизода, мин.	20	20,209	19,569	0,639	0,7798	0,9679
Среднее время восстановления, мин.	20	19,676	17,234	2,442	0,3472	0,3869

При анализе среднесуточных значений опытная группа характеризовалась меньшей средней максимальной амплитудой всплесков активности: 0,262 против 0,412 в контрольной группе. Различия подтверждалось как парным t-критерием ($p=0,0281$), так и критерием Уилкоксона ($p=0,0005$). Средний абсолютный прирост активности также был ниже в опытной группе: 0,217 против 0,355. По критерию Уилкоксона $p=0,0006$. Средняя площадь положительного отклонения активности составила 3,108 в опытной группе и 4,121 в контрольной группе; по критерию Уилкоксона $p=0,0266$. Количество всплесков за сутки, продолжительность эпизодов и время восстановления статистически не различались.

Таким образом, анализ среднесуточных значений подтвердил результаты, полученные при сравнении всех всплесков. Опытная группа характеризовалась меньшей выраженностью всплесков двигательной активности при близкой частоте их возникновения.

В настоящем исследовании опытная и контрольная группы имели близкое количество выявленных всплесков активности. Это указывает на то, что наличие визуального раздражителя не привело к выраженному уменьшению или увеличению частоты возникновения реактивных эпизодов.

Однако амплитуда всплесков в опытной группе была ниже. Следовательно, различия проявлялись прежде всего в двигательной реакции.

Учитывая, что живая масса молодняка статистически не различалась, а количество всплесков активности было близким, наиболее вероятной интерпретацией результатов является снижение выраженности резких двигательных реакций при сохранении общей способности птицы к нормальной активности.

С практической точки зрения такой эффект заключается в том, что в условиях содержания молодняка чрезмерно выраженная реакция на кратковременные раздражители способна сопровождаться скучиванием, травматизмом, нарушением доступа к корму и воде, а также повышением энергетических затрат. Молодняк, демонстрирующий менее выраженные амплитудные всплески при обычных изменениях среды, может рассматриваться как более спокойный и адаптированный к условиям содержания.

Следует отметить, что использованный раздражитель был безопасным и не предполагал контакта с птицей. Движение полосок бумаги создавало динамический визуальный объект. Такое воздействие может быть близким к тем

изменениям среды, которые возникают в процессе обычного обслуживания брудера. При этом автоматический режим включения позволяет предъявлять раздражитель регулярно и без постоянного участия человека.

На основании полученных данных контролирующую динамическую визуальную стимуляцию можно рассматривать как один из вариантов сенсорного обогащения среды. В отличие от случайных и непредсказуемых раздражителей, такой стимул имеет заданную продолжительность, повторяемость и интенсивность. Это позволяет рассматривать его не как стрессор, а как элемент управляемого адаптирующего воздействия.

Одним из результатов исследования является подтверждение возможности использования цифрового видеомониторинга для количественной оценки двигательной активности молодняка кур. Использованный подход не требовал индивидуального распознавания каждой птицы и был основан на анализе группового движения. Такой вариант обработки особенно важен для раннего постэмбрионального периода, когда индивидуальное мечение птицы может быть трудоемким, а дополнительные манипуляции сами по себе способны выступать стресс-фактором.

Методика позволяет регистрировать не только средний уровень активности, но и структуру реактивных эпизодов: максимальную амплитуду, абсолютный прирост, продолжительность всплеска и время восстановления. Это расширяет возможности зоотехнической оценки поведения, поскольку специалист получает не только субъективное впечатление о «спокойности» или «беспокойстве» поголовья, но и набор численных показателей.

При дальнейшем развитии метода целесообразно дополнить анализ автоматической временной разметки технологических событий. Это позволит отделить спонтанные всплески активности от реакций на конкретные раздражители. Наиболее перспективным представляется сопоставление видеоданных с точным временем входа человека в помещение, включения вентилятора, изменения освещенно-

сти, раздачи корма и проведения взвешивания. В этом случае можно будет оценивать не только общую реактивность группы, но и специфическую реакцию молодняка на отдельные типы воздействий.

Заключение. Проведенное исследование показало, что применение контролируемой динамической визуальной стимуляции в ранний постэмбриональный период не сопровождалось статистически подтвержденным ухудшением живой массы молодняка кур. Опытная и контрольная группы были сопоставимы по основным инкубационным показателям, включая вывод молодняка, массу яиц, потерю массы яиц в процессе инкубации и массу суточных цыплят.

Цифровой анализ видеоданных позволил установить, что количество всплесков двигательной активности в опытной и контрольной группах было близким: 80 и 78 эпизодов соответственно. Вместе с тем опытная группа характеризовалась меньшими амплитудными показателями всплесков активности. Максимальная амплитуда всплеска была ниже на 22,7 %, абсолютный прирост активности – на 23,9 % по сравнению с контрольной группой. Анализ среднесуточных значений подтвердил снижение максимальной амплитуды и абсолютного прироста в опытной группе.

Полученные данные свидетельствуют о том, что контролируемая динамическая визуальная стимуляция была связана преимущественно со снижением выраженности двигательной реакции, а не с изменением частоты или длительности эпизодов активности. Это позволяет рассматривать данный способ воздействия как перспективный элемент сенсорного обогащения среды при выращивании молодняка кур.

Теоретическое значение исследования заключается в уточнении возможности использования повторяющегося безопасного визуального раздражителя для изменения выраженности двигательной реактивности молодняка птицы. Практическое значение состоит в обосновании перспектив применения простых технических средств сенсорного обогащения среды и цифрового видеомониторинга при оценке поведения молодняка кур.

Список источников

1. Влияние скармливания ротового вещества на мясную продуктивность цыплят-бройлеров / Т.А. Хорошайло, Ю.А. Алексеева, А.С. Н.А. Бани, В.А. Лещенко // Вестник Мичуринского государственного аграрного университета. 2022. № 1(68). С. 141-144.
2. Долгорукова А.М., Тищенко М.С., Гупало И.М. Эффективность применения in ovo декстрина и L-карнитина при тепловом стрессе в инкубационном периоде на показатели эмбрионального развития и рост цыплят-бройлера // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2024. Т. 25. № 6. С. 1163-1170.
3. Anderson M.G., Campbell A.M., Crump A., Arnott G., Jacobs L. Environmental complexity positively impacts affective states of broiler chickens. *Scientific Reports*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 16966.
4. Anderson M.G., Campbell A.M., Crump A., Arnott G., Newberry R.C., Jacobs L. Effect of Environmental Complexity and Stocking Density on Fear and Anxiety in Broiler Chickens. *Animals*, 2021, vol. 11, no. 8, pp. 2383.
5. Taylor P.S., Hemsworth P.H., Rault J.L. Environmental Complexity: Additional Human Visual Contact Reduced Meat Chickens' Fear of Humans and Physical Items Altered Pecking Behavior. *Animals*, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 310.
6. Hedlund L., Poucke E.V., Jensen P. Can Early Environmental Enrichment Buffer Stress from Commercial Hatchery Processing in Laying Hens? *Poultry*, 2022, vol. 1, no. 2, pp. 125-137.
7. Guo Ya., Aggrey S.E., Wang P., Oladeinde A., Chai L. Monitoring Behaviors of Broiler Chickens at Different Ages with Deep Learning. *Animals*, 2022, vol. 12, no. 23, pp. 3390.
8. Ulans A., Brooks G.C., Jacobs L. Environmental complexity impacts anxiety in broiler chickens depending on genetic strain and body weight. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, no. 1, pp. 17535.
9. Перспективы применения цифровых технологий в работе зоотехника-птицевода / А.Н. Судakov, Е.А. Андрианов, А.В. Закабуни, О.А. Липа // Электротехнологии и электрооборудование в АПК. 2021. Т. 68. № 4(45). С. 95-102.
10. Campbell M., Miller P., Díaz-Chito K., Hong X., McLaughlin N., Parvinzamid F., Martínez Del Rincon J., O'Connell N. A computer vision approach to monitor activity in commercial broiler chickens using trajectory-based clustering analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2024, vol. 217, pp. 108591.
11. Simonov K.V., Girfanova N.A. Managing a high-tech startup: A case of machine vision for the poultry industry. *The Manager*, 2023, vol. 14, no. 2, pp. 47-61.

References

1. Khoroshailo T.A., Alekseeva Yu.A., Bani A.S. N.A., Leschenko V.A. The effect of feeding a growth substance on the meat productivity of broiler chickens. *Bulletin of Michurinsk State Agrarian University*, 2022, no. 1(68), pp. 141-144. – EDN UTYOBH.
2. Dolgorukova A.M., Tishenkova M.S., Gupalo I.M. The effectiveness of in ovo administration of dextrin and L-carnitine under heat stress during the incubation period on indicators of embryonic development and growth of broiler chickens. *Agricultural Science of the Euro-North-East*, 2024, vol. 25, no. 6, pp. 1163-1170. – EDN OCXYAQ.
3. Anderson M.G., Campbell A.M., Crump A., Arnott G., Jacobs L. Environmental complexity positively impacts affective states of broiler chickens. *Scientific Reports*, 2021, vol. 11, no. 1, pp. 16966. – EDN TMEML.
4. Anderson M.G., Campbell A.M., Crump A., Arnott G., Newberry R. C., Jacobs L. Effect of environmental complexity and stocking density on fear and anxiety in broiler chickens. *Animals*, 2021, vol. 11, no. 8, pp. 2383. – EDN DFVKGI.
5. Taylor P.S., Hemsworth P.H., Rault J.L. Environmental complexity: Additional human visual contact reduced meat chickens' fear of humans and physical items altered pecking behavior. *Animals*, 2022, vol. 12, no. 3, pp. 310. – EDN RWLDOP.
6. Hedlund L., Poucke E.V., Jensen P. Can early environmental enrichment buffer stress from commercial hatchery processing in laying hens? *Poultry*, 2022, vol. 1, no. 2, pp. 125-137. – EDN WLSSUC.
7. Guo Ya., Aggrey S.E., Wang P., Oladeinde A., Chai L. Monitoring behaviors of broiler chickens at different ages with deep learning. *Animals*, 2022, vol. 12, no. 23, pp. 3390. – EDN EZVGO.
8. Ulans A., Brooks G.C., Jacobs L. Environmental complexity impacts anxiety in broiler chickens depending on genetic strain and body weight. *Scientific Reports*, 2024, vol. 14, no. 1, pp. 17535. DOI: 10.1038/s41598-024-67965-z. – EDN DXPPGL.
9. Sudakov A.N., Andrianov E.A., Zakabunin A.V., Lipa O.A. Prospects for the application of digital technologies in the work of a poultry zootechnician. *Electrotechnologies and Electrical Equipment in the Agro-Industrial Complex*, 2021, vol. 68, no. 4(45), pp. 95-102.
10. Campbell M., Miller P., Díaz-Chito K., Hong X., McLaughlin N., Parvinzmir F., Martínez Del Rincon J., O'Connell N.A. Computer vision approach to monitor activity in commercial broiler chickens using trajectory-based clustering analysis. *Computers and Electronics in Agriculture*, 2024, vol. 217, pp. 108591. – EDN YBROXA.
11. Simonov K.V., Girfanova N.A. Managing a high-tech startup: A case of machine vision for the poultry industry. *The Manager*, 2023, vol. 14, no. 2, pp. 47-61. – EDN UKHQPB.

Информация об авторах

А.Н. Судаков – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, СПИН-код 1854-2943, <http://orcid.org/0000-0001-7431-0675>;
Е.А. Андрианов – доктор сельскохозяйственных наук, профессор, профессор, СПИН-код 2720-2306, <https://orcid.org/0000-0002-4248-7684>;
А.А. Андрианов – кандидат сельскохозяйственных наук, доцент, доцент, СПИН-код 8822-9203, <https://orcid.org/0000-0002-9141-3948>;
С.М. Редькина – магистрант, СПИН-код 2116-2962, <https://orcid.org/0009-0006-1356-6830>.

Information about the authors

A.N. Sudakov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, SPIN code 1854-2943, <https://orcid.org/0000-0001-7431-0675>;
E.A. Andrianov – Doctor of Agricultural Sciences, Professor, SPIN code 2720-2306, <https://orcid.org/0000-0002-4248-7684>;
A.A. Andrianov – Candidate of Agricultural Sciences, Docent, SPIN code 8822-9203, <https://orcid.org/0000-0002-9141-3948>;
S.M. Redkina – Master's student, SPIN code 2116-2962, <https://orcid.org/0009-0006-1356-6830>.

Вклад авторов: все авторы сделали эквивалентный вклад в подготовку публикации.

Contribution of the Authors: all the authors have made an equivalent contribution to the preparation of the publication.

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

The authors declare no conflicts of interests.

Статья поступила в редакцию 14.07.2026; одобрена после рецензирования 21.07.2026; принята к публикации 18.09.2026
 The article was submitted 14.07.2026; approved after reviewing 21.07.2026; accepted for publication 18.09.2026