

УДК 598.2+591.35

СТАТИСТИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВОЗРАСТНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РОСТА ПТЕНЦОВ ИММАТУРОНАТНЫХ ПТИЦ

©М.А. Микляева, Л.Ф. Скрылева, В.И. Попова, А.С. Родимцев

Ключевые слова: рост и развитие птиц; постнатальный онтогенез; имматуронатные птицы; цепные темпы роста; дуплогнездящие.

С помощью современных статистико-математических методов проведено исследование роста птенцов пяти видов имматуронатных птиц. Изучаемые виды различались типом гнездования и временем нахождения в гнезде. Проведено сравнение особенностей роста птенцов большой синицы (*Parus major* L.) в лесной и лесостепной зоне.

ВВЕДЕНИЕ

Проблема роста животных – одна из важнейших проблем современной биологии, имеющая непреходящее как теоретическое, так и практическое значение [1]. Рост и развитие птиц, для которых характерен относительно быстрый и конечный во времени постэмбриональный рост, изучены в настоящее время явно недостаточно, несмотря на то, что этому вопросу посвящены сотни работ [2–12 и мн. др.]. Это объясняется в основном методическими трудностями изучения постнатального онтогенеза диких птиц в природе. Выявление закономерностей роста и развития разных по биологии видов требует значительного объема материала, что связано с большой изменчивостью процессов, протекающих в растущих организмах. Следует отметить, что максимальное количество исследований по росту и развитию птиц приходится на середину и конец XX в. В последние десятилетия работы по данной проблеме практически прекратились.

Все работы, посвященные росту птенцов, основывались на взвешивании птенцов и измерении их морфологических структур. За критерии темпов роста брались, в основном, удельная скорость роста, константа роста и относительные величины прироста тех или иных частей тела птенцов. Отсутствие компьютерных технологий в прошлом не позволяло проводить более детальный анализ роста птиц. Но современные методы компьютерной обработки данных о росте и развитии птиц позволяют гораздо глубже проникнуть в процессы роста птенцов разных видов птиц [13, 14].

Известно, что темп роста и продолжительность нахождения птенцов в гнезде зависят от типа гнездования птиц. Птенцы дуплогнездящих растут медленнее и дольше, чем открытогнездящих птиц [15, 16].

Целью нашего исследования является изучение роста массы тела и морфологических структур птенцов имматуронатных птиц различных видов и выявление возрастных особенностей их развития.

МАТЕРИАЛ И МЕТОДЫ

С применением современных статистических методов проведено сравнение закономерностей постэм-

бриогенеза большой синицы (*Parus major* L.) на основании исследований, выполненных в Тамбовской области в 2009 г. Подобным образом проанализированы темпы роста пяти видов птиц, различающихся по способу гнездования (дупло- и открытогнездящиеся) и временем нахождения птенцов в гнезде, полученных в Московской области и приведенных в монографии Л.П. Познанина «Эколого-морфологический анализ онтогенеза птенцовых птиц» [1].

С момента вылупления птенцов ежедневно взвешивали на электронных весах РА-213 с точностью до 0,01 г. Вылупившихся птенцов индивидуально метили цветными нитками. Рост и развитие птенцов изучали на выводках, различающихся по величине (8–12). Взвешивание и измерение птенцов в гнездах осуществляли, используя метод параллельных групп [17]. Измерение основных морфологических структур проводили по общепринятой методике [1]. Общую длину тела птенцов определяли от кончика клюва до копчика (без перьев). Длину клюва измеряли от его кончика до границы рамфотеки и кожного покрова лобной области. Размеры передней и задней конечностей суммировали по их составным компонентам: плечо, предплечье, кисть и, соответственно, бедро, голень, лапа. Удельную скорость роста птенцов вычисляли по формуле И.И. Шмальгаузена [2].

Для выявления возрастных особенностей изменения размеров морфологических признаков производился расчет цепных темпов роста (ЦТР) путем соотношения размеров этих признаков в каждой возрастной группе с их величиной в предыдущем возрасте. Характеристика закономерностей роста осуществлялась на основе статистико-математических моделей, полученных в результате аналитического выравнивания размеров морфологических структур в период гнездования, имеющих наибольшую аппроксимацию (величину R^2) [18, 19].

Статистико-математический аппарат позволяет установить наличие возрастных особенностей развития морфологических структур в рамках различных подгрупп птиц. Так, изучение характера изменения ЦТР морфологических признаков птенцов имматуронатной группы выявило внутри этой группы отличительные особенности роста птенцов птиц с различной продол-

жительностью гнездового периода. Это, в свою очередь, обусловлено характером гнездования птиц: закрытогнездящиеся (дуплогнездящиеся) характеризуются большим временем, а открытогнездящиеся, – соответственно, меньшим временем нахождения птенцов в гнезде.

Статистическая обработка материала осуществлена с использованием статистических процедур MS Excel.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Характерной чертой постнатального развития дуплогнездящихся (табл. 1–3; абсолютные величины показателей приведены в работе [1]) является наличие стабилизационных периодов в росте морфологических структур, в течение которых скорость изменения раз-

меров признаков была практически постоянна (ЦТР имели одинаковые значения).

Так, у птенцов большой синицы стабилизация длины тела наблюдается в возрасте 10–12 суток, длины клюва – в возрасте 8–10 суток, длины передней конечности – в возрасте 4–6 и 16–18 суток, задней конечности – в возрасте 16–18 суток.

У птенцов обыкновенного скворца стабилизация роста длины тела приходится на возраст 14–16 суток, длины клюва – на возраст 14–18 суток, длины передней конечности – на возраст 16–18 суток, длины задней конечности – на возраст 14–20 суток.

У птенцов вертишейки наличие стабилизационных периодов в росте длины тела отмечено в возрасте 12–14 суток, в росте длины клюва – в возрасте 10–12 суток, в росте длины передней конечности – в возрасте 18–20 суток, в росте длины задней конечности – в возрасте 16–20 суток.

Таблица 1

Характеристика возрастных изменений морфологических признаков птенцов большой синицы

Возраст (сутки)	Морфологический признак									
	Масса тела		Длина							
			тела		клюва		передней конечности		задней конечности	
\bar{x} (г)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	
0	1,1	–	32,0	–	3,0	–	13,4	–	20,9	–
2	2,8	254,5	39,8	124,4	3,8	126,7	18,0	134,3	29,4	140,7
4	5,6	200	53,7	134,9	4,6	121,1	25,6	142,2	42,6	144,9
6	8,9	158,9	64,9	120,8	5,5	119,6	36,1	141,0	58,1	136,4
8	12,1	136,0	72,8	112,2	6,2	112,7	44,7	123,8	68,3	117,6
10	14,9	123,1	75,6	103,8	7,0	112,9	50,6	113,2	74,1	108,5
12	16,6	111,4	78,3	130,6	7,7	110,0	54,0	106,7	76,9	103,8
14	17,6	106,0	80,6	102,9	8,4	109,1	55,1	102,0	77,7	101,0
16	17,1	97,2	81,6	101,2	8,9	105,1	55,5	100,7	78	100,4
18	16,8	98,2	82,2	100,7	9,2	103,4	55,9	100,0	78,1	100,1

Примечание: \bar{x} – среднее арифметическое; ЦТР – цепной темп роста.

Таблица 2

Характеристика возрастных изменений морфологических признаков птенцов обыкновенного скворца (*Sturnus vulgaris* L.)

Возраст (сутки)	Морфологический признак									
	Масса тела		Длина							
			тела		клюва		передней конечности		задней конечности	
\bar{x} (г)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	
0	6,1	–	56,5	–	6,4	–	23,1	–	39,2	–
2	14,4	236,0	75,5	133,6	8,7	135,9	31,8	137,7	57,6	146,9
4	26,4	183,3	92,8	122,9	11,7	134,5	47,9	150,6	83,7	145,3
6	41,4	156,8	109,2	117,7	14,5	123,9	67,5	140,9	105,0	125,4
8	54,4	131,4	124,5	114,0	16,4	113,1	81,1	120,1	116,6	111,0
10	61,5	113,1	132,7	106,6	18,2	111,0	89,0	109,7	123,0	105,5
12	65,5	106,5	139,0	104,7	19,1	104,5	92,0	103,4	124,0	100,8
14	67,9	103,7	142,5	102,5	19,8	103,7	93,0	101,1	124,0	100,0
16	69,1	101,8	145,8	102,3	20,5	103,5	93,6	100,6	124,0	100,0
18	69,2	100,1	148,4	101,8	21,2	103,4	94,0	100,4	124,0	100,0
20	68,2	98,6	150,0	101,1	21,7	102,4	94,2	100,2	124,0	100,0

Другим характерным моментом в развитии птенцов дуплогнезников является снижение массы тела и прекращение роста длины передней и задней конечностей в последних возрастных группах, т. е. в конце гнездового периода, отмеченные исследователями ранее [1, 7, 10, 12]. При выявлении причин этих явлений следует учитывать, что у птиц с имматуронатным типом развития эмбриональный этап укорочен и птенцы вылупляются менее зрелыми. При этом период постнатального развития распадается на три-пять этапов, каждый из которых характеризуется своим специфическим типом взаимоотношений развивающегося организма со средой, определенной биологической ролью в общей системе онтогенеза и комплексом морфофизиологических особенностей, обеспечивающих выполнение этих биологических задач [20, 21].

Выявленные нами особенности относятся ко второму-третьему этапу постнатального развития, биологическая задача которого заключается в подготовке всех систем организма к активному образу жизни, предстоящему птенцам после вылета из гнезда, т. е. в условиях большей самостоятельности в сложном комплексе факторов внешней среды. Усложнение взаимо-

отношений с внешней средой требует формирования мобильности организма, определяемой массой тела, и быстрого развития двигательной системы, что выражается в сформированности передней и задней конечностей. Характер выявленных особенностей развития данных морфологических структур способствует возможности сложных самостоятельных движений вплоть до полета или перепархивания к концу рассматриваемого этапа.

В табл. 4 представлен анализ динамики размеров морфологических признаков птенцов рябинника [1], продолжительность гнездового периода которого составляет 12 суток.

Для птенцов рябинника в конце гнездового периода характерна стабилизация темпов роста длины тела и длины клюва, в сформированности которых выражается, соответственно, развитие мускулатуры и подготовленность к смене условий кормления.

У птенцов полевого жаворонка [1] стабилизационных периодов в росте не наблюдается ни по одному из изучаемых морфологических признаков, что может быть объяснено короткой продолжительностью гнездового периода (всего 8–9 суток). В течение гнездового

Таблица 3

Характеристика возрастных изменений морфологических признаков птенцов вертишейки (*Jynx torquilla* L.)

Возраст (сутки)	Морфологический признак									
	Масса тела		Длина							
			тела		клюва		передней конечности		задней конечности	
\bar{x} (г)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	
0	2,3	–	42,1	–	4,2	–	15,9	–	26,0	–
2	5,0	217,4	57,4	136,3	5,9	140,5	22,3	140,3	39,9	150,8
4	9,2	184,0	69,4	120,9	7,0	118,6	29,7	133,2	56,5	141,6
6	14,4	156,5	81,1	116,8	8,0	114,3	39,8	134,0	71,7	126,9
8	19,6	136,1	88,7	109,4	8,6	107,5	51,4	129,1	82,1	114,5
10	23,6	120,4	94,5	106,5	9,1	105,8	59,2	115,2	86,1	104,9
12	26,5	112,3	100,0	105,8	9,6	105,5	66,6	112,5	89,8	104,3
14	28,4	107,2	105,3	105,3	10,0	104,2	70,8	106,3	91,2	101,6
16	27,9	98,2	108,0	102,6	10,5	105,0	71,7	101,3	91,2	100,0
18	25,9	92,8	110,1	101,9	10,9	103,8	71,7	100,0	91,2	100,0
20	23,7	91,5	111,2	101,0	11,2	102,8	71,7	100,0	91,2	100,0

Таблица 4

Характеристика возрастных изменений морфологических признаков птенцов рябинника (*Turdus pilaris* L.)

Возраст (сутки)	Морфологический признак									
	Масса тела		Длина							
			тела		клюва		передней конечности		задней конечности	
\bar{x} (г)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	
0	6,3	–	53,1	–	5,4	–	23,0	–	35,1	–
2	14,0	222,2	67,1	126,4	7,5	138,9	32,1	139,6	50,0	142,5
4	30,2	215,7	91,5	136,4	10,1	134,7	52,7	164,2	81,5	163,0
6	49,0	162,3	112,2	126,6	12,5	123,8	74,7	141,7	109,3	134,1
8	62,0	126,5	124,5	111,0	14,9	119,2	90,3	120,9	124,5	113,9
10	68,3	110,2	130,1	104,5	15,4	103,4	95,7	106,0	130,8	105,1
12	64,5	94,4	135,6	104,2	15,9	103,2	98,5	102,9	132,3	101,1

периода темпы развития морфологических структур должны обеспечить более сложные формы жизнедеятельности птенцов, предстоящие им после оставления гнезда (табл. 5).

Также как и у дуплогнездников, у птенцов птиц с меньшим временем нахождения в гнезде в конце гнездового периода происходит, правда, незначительное снижение массы тела.

В пределах иматуронатной группы различия постнатального развития проявляются и в интенсивности роста птенцов (табл. 6).

Как видно из табл. 6, более интенсивный рост размера всех изучаемых морфологических признаков у птенцов характерен для птиц с коротким гнездовым периодом (открытогнездящихся) по сравнению с птицами с более продолжительным гнездовым периодом (дуплогнездниками). Так, в среднем за двое суток масса тела птенцов дуплогнездников увеличивается на 26–35 %, птенцов открытогнездящихся – на 47–52 %. Длина тела у птенцов дуплогнездников возрастает на 10–11 %, у птенцов открытогнездящихся – на 17–18 %; длина клюва у птенцов дуплогнездников – на 10–13 %, у птенцов открытогнездящихся – на 18–20 %. Длина передней конечности у птенцов дуплогнездников увеличивается на 15–17 %, у птенцов открытогнездящихся – на 27–40 %, длина задней конечности – на 13–16 % и 24–29 %, соответственно.

И у птенцов дуплогнездников, и у птенцов открытогнездящихся птиц наиболее интенсивный рост ха-

рактерен для массы тела и длины передней конечности, что обусловлено развитием внутренних органов и мускулатуры, что необходимо для подготовки к самостоятельной жизни и полету.

Механизм аналитического выравнивания позволил определить тип динамического развития птенцов в постэмбриогенезе в течение гнездового периода. По всем включенным в исследование видам иматуронатных птиц наибольшую аппроксимацию ($R^2 > 0,99$) имеют статистические модели тренда полиномиальной функции третьего порядка $y_i = a_0 + a_1t + a_2t^2 + a_3t^3$, выражающей основную закономерность роста птенцов как развитие с переменным ускорением или замедлением. Однако по отдельным морфологическим признакам имеются различия, выражающиеся в разном характере изменения роста и его интенсивности (ускорении или замедлении) (табл. 7).

Интерес представляет сравнение результатов по росту птенцов большой синицы, проведенных нами, и аналогичных данных Л.П. Познанина [1], что позволило на основе статистико-математического инструментария проанализировать закономерности роста и развития птенцов в разных природно-климатических зонах (лесостепь и лесная зона).

Как видно из табл. 1 и 8, постнатальное развитие большой синицы в обеих природных зонах характеризуется наличием стабилизационных периодов в росте размеров морфологических структур.

Таблица 5

Характеристика возрастных изменений морфологических признаков птенцов полевого жаворонка (*Alauda arvensis* L.)

Возраст (сутки)	Морфологический признак									
	Масса тела		Длина							
			<i>тела</i>		<i>клюва</i>		<i>передней конечности</i>		<i>задней конечности</i>	
\bar{x} (г)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	
0	3,2	–	44,2	–	3,6	–	18,6	–	30,1	–
2	7,3	228,1	58,8	133,0	5,1	141,7	28,3	152,2	46,8	155,5
4	14,6	200,0	71,3	121,3	6,3	123,5	46,1	162,9	68,0	145,3
6	19,6	134,2	80,7	113,2	6,8	107,9	62,8	136,2	81,9	120,4
8	17,2	87,7	84,7	105,0	7,1	104,4	70,8	112,7	84,9	103,3

Таблица 6

Средние темпы роста размеров морфологических признаков птенцов иматуронатных видов птиц

Морфологический признак	Вид					
	Большая синица	Обыкновенный скворец	Вертишейка	Рябинник	Полевой жаворонек	
Масса тела	1,354	1,273	1,263	1,474	1,523	
Длина	<i>тела</i>	1,111	1,103	1,102	1,169	1,176
	<i>клюва</i>	1,133	1,130	1,103	1,197	1,185
	<i>передней конечности</i>	1,172	1,151	1,163	1,274	1,397
	<i>задней конечности</i>	1,158	1,122	1,134	1,246	1,286

Таблица 7

Типы изменения размеров морфологических признаков птенцов птиц различных видов

Морфологический признак		Вид				
		Большая синица	Обыкновенный скворец	Вертишейка	Рябинник	Полевой жаворонок
Масса тела		замедляющее ускорение роста	ускоряющееся замедление роста	замедляющее ускорение роста	снижающееся замедление роста	снижающееся замедление роста
Длина	<i>тела</i>	снижающееся замедление роста	снижающееся замедление роста	снижающееся замедление роста	замедляющее ускорение роста	замедляющее ускорение роста
	<i>клюва</i>	замедляющее ускорение роста	снижающееся замедление роста	снижающееся замедление роста	замедляющее ускорение роста	снижающееся замедление роста
	<i>передней конечности</i>	замедляющее ускорение роста	снижающееся замедление роста	замедляющее ускорение роста	снижающееся замедление роста	снижающееся замедление роста
	<i>задней конечности</i>	ускоряющееся замедление роста	снижающееся замедление роста	снижающееся замедление роста	замедляющее ускорение роста	снижающееся замедление роста
		замедляющее ускорение роста	замедляющее ускорение роста	замедляющее ускорение роста	замедляющее ускорение роста	замедляющее ускорение роста

Таблица 8

Характеристика возрастных изменений морфологических признаков птенцов большой синицы (Тамбовская область)

Возраст (сутки)	Морфологический признак									
	Масса тела		Длина							
			<i>тела</i>		<i>клюва</i>		<i>передней конечности</i>		<i>задней конечности</i>	
	\bar{x} (г)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)	\bar{x} (мм)	ЦТР (%)
0	1,2	–	32,0	–	2,8	–	13,1	–	21,1	–
2	2,7	225,0	39,3	122,8	3,6	128,6	17,9	136,6	25,9	122,7
4	5,5	203,7	54,4	138,4	4,5	125,0	25,5	142,2	42,3	163,3
6	8,7	158,2	64,9	119,3	5,4	120,0	36,0	141,2	57,8	136,6
8	12,3	141,4	72,5	117,7	6,2	114,8	44,3	123,1	68,0	117,6
10	14,9	121,1	75,5	104,1	6,9	111,3	50,7	114,4	74,0	108,8
12	16,7	112,1	78,6	104,1	7,6	110,1	54,2	106,9	77,5	104,7
14	17,8	106,6	80,8	102,8	8,4	110,5	54,6	100,7	78,6	101,4
16	17,5	98,3	81,8	101,1	8,5	101,2	56,1	102,7	82,3	104,7
18	16,7	95,4	82,4	100,7	9,0	105,9	56,2	100,2	81,6	99,1
В среднем за период	134,0		111,1		113,8		117,6		115,9	

У птенцов большой синицы в Тамбовской области стабилизация длины тела наблюдается в возрасте 10–12 суток, длины клюва – в возрасте 12–14 суток, длины передней конечности – в возрасте 4–6 и 14–18 суток. Примерно такая же ситуация по данным признакам наблюдалась и у птенцов большой синицы в Московской области. Сохранилось и характерное для предыдущего периода снижение массы тела в конце гнездового периода. Различие роста птенцов в разных регионах выражается в том, что у птенцов дуплогнезdnиков в Московской области в последних возрастных группах наблюдалось прекращение и стабилизация роста длины задней конечности, а у птенцов из Тамбовской области рост длины задней конечности в конце гнездового периода снижается.

Судя по значениям средних темпов роста (табл. 6 и 8), интенсивность роста морфологических структур у птенцов большой синицы за прошедший 30-летний период осталась прежней.

Сравнение возрастных закономерностей роста осуществлялось по более широкому спектру морфологи-

ческих признаков, включающему, помимо прежних длину головы и клюва, длину составных частей передней и задней конечностей. Результаты аналитического выравнивания показали, что формирование возрастных закономерностей роста всех изучаемых морфологических признаков у птенцов большой синицы в разных зонах происходит в рамках такого же типа динамического развития, а именно развития с переменным ускорением (замедлением). Причем вид аппроксимирующей функции, полученной в процессе аналитического выравнивания собственных измерений и измерений Л.П. Познанина [1], выраженной уравнением параболы третьего порядка и отражающей определенный характер изменения ускорения или замедления роста, по каждому признаку совпадает.

Тип изменения массы тела, длины клюва, длины передней конечности и всех ее составляющих (длина плеча, предплечья, кисти), длина лапы, определяется как *замедляющееся ускорение роста*. Статистические модели имеют вид (1 – данные собственных измерений; 2 – данные Л.П. Познанина) [1]:

для массы тела

$$y = -0,2426 + 0,6092t + 0,6189t^2 - 0,0513t^3 \quad (1);$$

$$y = -0,7167 + 1,0587t + 0,5179t^2 - 0,04528t^3 \quad (2);$$

для длины клюва:

$$y = 1,9733 + 0,7811t + 0,033t^2 - 0,0041t^3 \quad (1);$$

$$y = 2,2967 + 0,6756t + 0,0441t^2 - 0,0042t^3 \quad (2);$$

для длины передней конечности:

$$y = 4,5833 + 6,508t + 0,5942t^2 - 0,0744t^3 \quad (1);$$

$$y = 5,1667 + 6,166t + 0,6794t^2 - 0,0806t^3 \quad (2);$$

для длины плеча:

$$y = 1,6233 + 2,4183t + 0,1816t^2 - 0,0246t^3 \quad (1);$$

$$y = 2,2333 + 1,9567t + 0,2805t^2 - 0,0307t^3 \quad (2);$$

для длины предплечья:

$$y = 1,89 + 1,6785t + 0,3325t^2 - 0,0323t^3 \quad (1);$$

$$y = 1,6967 + 1,7407t + 0,3281t^2 - 0,0323t^3 \quad (2);$$

для длины кисти:

$$y = 1,1424 + 2,3706t + 0,0873t^2 - 0,0179t^3 \quad (1);$$

$$y = 1,2367 + 2,4686t + 0,0707t^2 - 0,0176t^3 \quad (2);$$

для длины лапы:

$$y = 1,7686 + 5,3103t + 0,2087t^2 - 0,0405t^3 \quad (1);$$

$$y = 1,7533 + 5,5226t + 0,1702t^2 - 0,0387t^3 \quad (2);$$

$$y = -0,9571 + 0,0798t + 1,3298t^2 - 0,1t^3 \quad (2).$$

Тип изменения длины тела и длины бедра характеризуется как *снижающееся замедление роста*. Статистические модели имеют вид:

для длины тела:

$$y = 13,937 + 17,192t - 1,3072t^2 + 0,0266t^3 \quad (1);$$

$$y = 14,083 + 17,111t - 1,2946t^2 + 0,02578t^3 \quad (2);$$

для длины бедра:

$$y = 0,5118 + 4,5453t - 0,4194t^2 + 0,0117t^3 \quad (1);$$

$$y = +0,27 + 4,7109t - 0,4393t^2 + 0,0119t^3 \quad (2).$$

Тип изменения длины головы, задней конечности и одной из ее составляющих: длины голени – характеризуется как *ускоряющееся замедление роста*. Статистические модели имеют вид:

для длины головы:

$$y = 8,34 + 3,171t - 0,0352t^2 - 0,0092t^3 \quad (1);$$

$$y = 7,54 + 3,7505t - 0,1492t^2 - 0,0028t^3 \quad (2);$$

для длины задней конечности:

$$y = 3,36 + 15,55t - 0,4682t^2 - 0,0354t^3 \quad (1);$$

$$y = 2,7933 + 16,194t - 0,5744t^2 - 0,0309t^3 \quad (2);$$

для длины голени:

$$y = 1,1333 + 5,6774t - 0,2551t^2 - 0,0067t^3 \quad (1);$$

$$y = 0,77 + 5,9608t - 0,3054t^2 - 0,0041t^3 \quad (2).$$

Таким образом, различия морфологических признаков у птенцов большой синицы в разных природных зонах и годах исследования проявляются в средней скорости роста, величине и интенсивности его ускорения или замедления, выраженные соответственно в числовых значениях параметров статистической модели a_1 , a_2 , a_3 . Относительная разница в числовых значениях этих параметров, рассчитанная по формуле:

$$\frac{\text{собственные исследования}}{\text{данные Познанина Л.П.}} \times 100 \% - 100 \%,$$

представлена в табл. 9.

Наибольшее различие в *средней скорости роста* птенцов большой синицы (параметра a_1), характеризуемой моделью, построенной по данным измерения за 2009 г., в сравнении с моделью, построенной по данным измерений 1979 г., наблюдается по массе тела (меньше на 42,5 %), *в величине ускорения или замедления* (параметра a_2) – по длине головы (меньше на 76,6 %), *в интенсивности ускорения или замедления* (параметра a_3) – по длине головы (больше в 3,3 раза).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, статистико-математический аппарат исследования выявил следующие характерные черты постэмбриогенеза имматуронатных птиц:

- наличие стабилизационных периодов в росте морфологических структур у птенцов дуплогнезников;
- снижение массы тела и прекращение роста длины передней и задней конечности у птенцов дуплогнезников в конце гнездового периода, обусловленные структурой постэмбрионального периода птенцовых птиц;

Таблица 9

Относительные различия в средней скорости роста, величине и скорости его ускорения (замедления) размера морфологических признаков птенцов большой синицы по наблюдениям в Тамбовской и Московской областях (%)

Морфологический признак		Параметр модели		
		a_1	a_2	a_3
Длина	Масса тела	-42,5	+19,5	+13,2
	тела	+0,5	+1,0	+3,1
	клюва	+15,6	-25,2	-2,4
	передней конечности	+5,5	-12,5	-7,7
	задней конечности	-4,0	-18,5	+14,6
	головой	-15,5	-76,6	в 3,3 раза
	плеча	+23,4	-35,3	-19,9
	предплечья	-3,6	+1,3	0
	кисти	-4,0	+23,5	+1,7
	бедра	-3,5	-4,5	-1,7
голени	-4,8	-16,5	63,4	
лапы	-3,8	+22,6	+4,7	

– более высокую интенсивность роста птенцов с короткой продолжительностью гнездового периода по сравнению с птенцами с большим временем нахождения в гнезде, в определенной степени нивелирующую неравенство адаптационных возможностей этих подгрупп к факторам внешней среды;

– разный характер изменения роста морфологических признаков и его интенсивности у птенцов иматуронатных птиц разных видов в условиях формирования их размеров в рамках одного типа динамического развития полиномиального тренда 3-го порядка;

– отличия постнатального развития птенцов большой синицы в Тамбовской области по сравнению с Московской областью в скорости роста морфологических структур, величине и интенсивности его ускорения или замедления, измеряемых разными числовыми значениями параметров аппроксимирующих статистических моделей роста.

ЛИТЕРАТУРА

1. Познанин Л.П. Эколого-морфологический анализ онтогенеза птенцовых птиц: общий рост и развитие пропорций тела в постэмбриогенезе. М., 1979.
2. Шмальгаузен И.И. Рост и общие размеры тела в связи с их биологическим значением // Рост животных. М., 1935. С. 61-73.
3. Штрайх Г., Светозаров Е. Закономерности общего роста птиц в связи с некоторыми внешними и внутренними факторами // Биол. журнал. 1937. Т. 6. Вып. 2. С. 283-297.
4. Бельский Н.В. О некоторых закономерностях роста и развития птиц // Орнитология. 1960. Вып. 3. С. 31-38.
5. Чмута А.П. Постэмбриональное развитие серой вороны // Бюл. МОИП. Отд. биологии. 1955. Т. 60. № 4. С. 63-66.
6. Ricklefs R.E. Patterns of growth in birds // Ibis. 1968. V. 110. № 4. P. 419-451.
7. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных: анализ на уровне организма. М., 1976.
8. Björnhaug G. Growth in newly hatched birds // Swedish J. Agric. Res. 1979. V. 9. P. 121-125.
9. Ricklefs R.E. Avian postnatal development // Avian Biology. 1983. V. 7. Ch. 1. P. 2-71.
10. O'Connor R.J. The growth and development of birds. Chichester, 1984.
11. Родимцев А.С. Экстерьерная характеристика птенцов сороки // Гнездовая жизнь птиц. Пермь, 1989. С. 74-87.
12. Родимцев А.С., Константинов В.М. Экология раннего онтогенеза врановых птиц. М., 2006.
13. Микляева М.А. Рост и развитие птенцов большой синицы (*Parus major* L.) в Центральном Черноземье // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2010. Т. 15. Вып. 5. С. 1553-1562.
14. Микляева М.А., Родимцев А.С., Скрялева Л.Ф., Попова В.Б. Статистическая оценка возрастных особенностей и закономерностей роста птенцов выводковых и птенцовых птиц // Вестник Тамбовского университета. Серия Естественные и технические науки. Тамбов, 2010. Т. 17. Вып. 2. С. 776-783.
15. Познанин Л.П. Адаптивные особенности постэмбрионального роста некоторых птиц // Известия АН СССР. Сер. биол. 1948. № 3. С. 373-380.
16. Денисова М.Н., Артамонова З.В. Внутрипопуляционная изменчивость особенностей роста воробьиных на разных участках ареала // Зоол. журнал. 1977. Т. 56. Вып. 10. С. 1522-1528.
17. Мстиславский М. Метод построения нормальной кривой роста живого организма // Докл. АН СССР. 1938. Т. 21. № 9. С. 462-464.
18. Вадзинский Р. Статистические вычисления в среде Excel. СПб., 2008.
19. Елисеева И.И. Статистика. М., 2011.
20. Шилов И.А. Об этапности индивидуального развития птиц // Зоол. журнал. 1965. Т. 44. Вып. 12. С. 1825-1834.
21. Родимцев А.С. Периодизация постэмбрионального развития птиц // Русский орнитол. журнал. Экспресс-выпуск. 2004. Т. 13. № 263. С. 525-536.

Поступила в редакцию 28 декабря 2013 г.

Miklyayeva M.A., Skryleva L.F., Popova V.B., Rodimtsev A.S. STATISTICAL ESTIMATION OF AGE FEATURES AND PATTERNS GROWTH OF NESTLINGS ALTRICIAL BIRDS

The article with the help of modern statistical and mathematical methods conducted research on population growth of five species of nestlings of altricial birds. The studied species are differed in the type of nesting and residence time in the nest. A comparison of features of the growth nestlings Great Tits (*Parus major* L.) in the forest and forest-steppe zones is made.

Key words: growth and development of birds; postnatal ontogenesis; altricial birds; chain types of growth; hollow-nesting birds.

Микляева Марина Анатольевна, Педагогический институт Мичуринского государственного аграрного университета, г. Мичуринск, Тамбовская область, Российская Федерация, кандидат биологических наук, доцент, доцент кафедры биологии и методики ее преподавания, e-mail: zoocologia@yandex.ru

Miklyayeva Marina Anatolyevna, Pedagogical Institute of Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russian Federation, Candidate of Biology, Associate Professor, Associate Professor of Biology and its Teaching Methodics Department, e-mail: zoocologia@yandex.ru

Скрялева Лидия Федоровна, Педагогический институт Мичуринского государственного аграрного университета, г. Мичуринск, Тамбовская область, Российская Федерация, кандидат биологических наук, доцент, профессор кафедры биологии и методики ее преподавания, e-mail: lidia.scrileva@yandex.ru

Skryleva Lidiya Fedorovna, Pedagogical Institute of Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russian Federation, Candidate of Biology, Associate Professor, Professor of Biology and its Teaching Methodics Department, e-mail: lidia.scrileva@yandex.ru

Попова Вера Борисовна, Мичуринский государственный аграрный университет, г. Мичуринск, Тамбовская область, Российская Федерация, кандидат экономических наук, старший преподаватель кафедры бухгалтерского учета, анализа и аудита, e-mail: VeraPopova@yandex.ru

Popova Vera Borisovna, Michurinsk State Agrarian University, Michurinsk, Tambov region, Russian Federation, Candidate of Economics, Senior Lecturer of Accounting Department, e-mail: VeraPopova@yandex.ru

Родимцев Александр Сергеевич, Тамбовский государственный университет им. Г.П. Державина, г. Тамбов, Российская Федерация, доктор биологических наук, доцент, профессор кафедры биологии, e-mail: rodimtsev-as@yandex.ru

Rodimtsev Aleksander Sergeevich, Tambov State University named after G.R. Derzhavin, Tambov, Russian Federation, Doctor of Biology, Associate Professor, Professor of Biology Department, e-mail: rodimtsev-as@yandex.ru