

6. Леонова Л.А. Некоторые итоги и перспективы исследования проблемы "Компьютер и здоровье ребенка" / Л.А. Леонова // Новые исследования. - 2003. - С.53 - 68.
7. Леонова Л.А., Бирюкович А.А., Савватеева С.С. Гигиеническое нормирование длительности развивающего занятия на компьютере типа IBM-PC для детей 6 лет // Гигиена и санитария. - 1994. - № 4. - С.42-44.
8. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков.- М.: Медицина, 2004.- С.142 - 156; 280-288.
9. Кучма В.Р. Гигиена детей и подростков при работе с компьютерными видеодисплейными терминалами. - М.: Медицина, 2000. - 160 с.
10. Сайты [www. medportal.ru](http://www.medportal.ru); [ningd.ru](http://ningd.ru)
11. Ким И.Н., Мереда Е.В. О негативном влиянии видеотерминалов на органы зрения // Гигиена и санитария. - 2007. - № 2. - С.30-33.

**Истомин А.В.**

## **ПОЛОВОЙ ДИМОРФИЗМ СКОРРЕЛИРОВАННОСТИ РАЗВИТИЯ МОРФОЛОГИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ**

К числу важнейших универсальных явлений, которые обладают принципиальным сходством у всех живых существ, принадлежит развитие. Разные органы или структуры организма, выполняющие одну и ту же функцию, в процессе развития определенным образом взаимодействуют друг с другом. Это может проявляться в форме скоррелированных изменений, особенности которых рассматриваются в достаточно большом количестве исследований. Один из самых подробных обзоров работ, посвященных согласованности развития, выполнен Н.С.Ростовой [8]. Однако далеко не все вопросы в литературе освещены одинаково подробно. Практически не изучены особенности корреляций признаков у различных внутрипопуляционных групп особей, в том числе степень выраженности полового диморфизма.

В данной статье рассматривается скоррелированность развития морфологических признаков у особей разного пола на примере черепа грызунов. Работа логически продолжает, выполненные нами исследования по оценке влияния некоторых факторов на скоррелированность развития признаков. В частности, ранее было показано, что скоррелированность развития признаков типично лесного вида рыжей полевки снижается в дестабилизированной среде сплошных вырубок и в условиях переуплотненного жизненного пространства в годы подъемов и пиков численности [2, 5, 6].

### **Материалы и методы**

В указанных выше статьях [5, 6] содержатся достаточно подробные сведения о районе, модельном объекте и методах исследования. Поэтому кратко приведем лишь самую необходимую информацию, которая характеризует материал, непосредственно использованный для решения поставленных задач. В качестве фактологической основы привлечена коллекция черепов мелких млекопитающих, собранная автором в коренных ельниках Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (ЦЛГПБЗ). Заповедник расположен в юго-западной части Валдайской возвышенности в пределах Каспийско-Балтийского водораздела Русской равнины на территории Тверской области. Данная территория является наименее освоенной в Нечерноземном Центре России. Доминирующее положение здесь занимают еловые леса (46%), которые сохранили первичную структуру, экологические связи со средой, свои функции в биосфере и являются типичными для водораздельных пространств центральной части Русской равнины [7, 9 и др.].

Рыжая полевка (*Clethrionomys glareolus* Schreber, 1780) - фоновый и широко распространенный вид в лесах умеренного климата. В районе наших исследований рыжая полевка доминирует во всех типах лесных экосистем и является одним из основных модельных объектов биоиндикации [1, 3, 4 и др.].

Для выполнения поставленных задач нами исследовано 90 экземпляров рыжих полевок, для которых выполнено 1530 измерений 17 признаков черепа. Как уже указывалось ранее [2, 5, 6], универсальность и пригодность краниума и мандибулы, как объектов изучения согласованности варьирования признаков, заключается в чрезвычайной целостности их многомерных структур.

Для оценки структуры и уровня взаимосвязей признаков рассчитывали парные коэффициенты корреляции, которые представляли в виде полных матриц. Общее сходство матриц по структуре также определяли с помощью коэффициента корреляции, рассчитанного между ними. Для определения среднего уровня связей и согласованности варьирования использовали усредненные по матрицам коэффициенты детерминации.

### Результаты и обсуждение

Результаты корреляционного анализа согласованности развития признаков представлены в табл. 1, 2. Как и в предыдущих публикациях [2, 5, 6], посвященных данной проблематике, для большей наглядности и удобства сравнений корреляционные матрицы изображены графически. При этом матрицу корреляций серии самок преобразовывали в ранжированный ряд значений коэффициентов и к нему достраивали в соответствии с получившейся последовательностью аналогичные корреляции популяционной серии самцов (рис. 1).

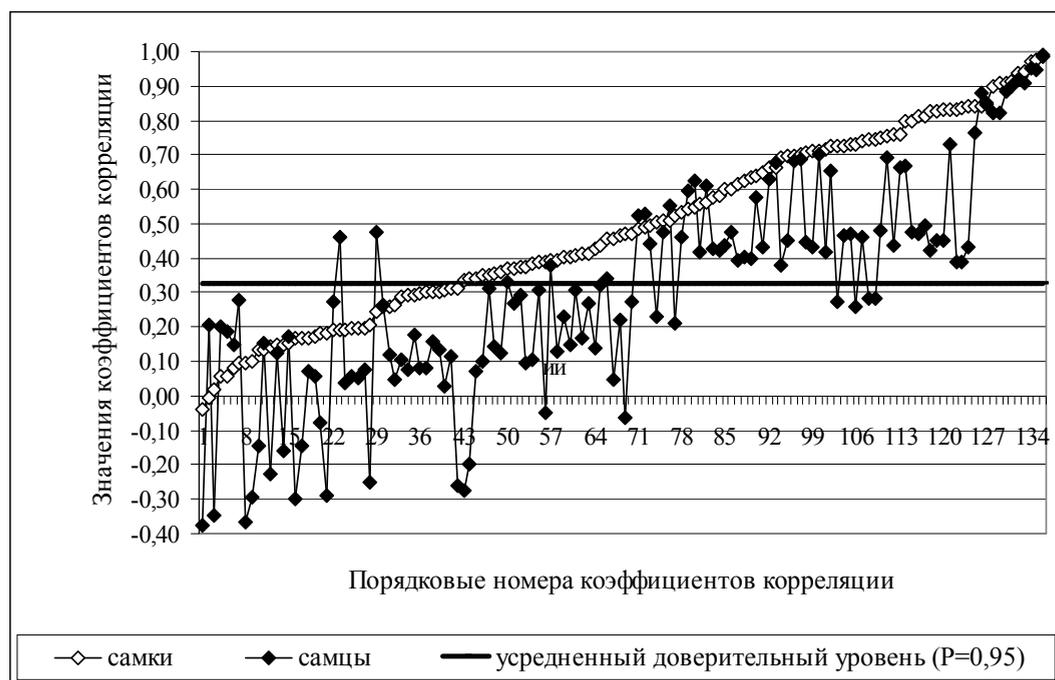


Рис. 1. Коэффициенты корреляции между краниологическими признаками самцов и самок (ранжированы) рыжей полевки в ельниках

Степень сходства между матрицами, рассчитанная с использованием коэффициента корреляции, продемонстрировала существенную по силе зависимость:  $R=0,82$  (рис. 2).

Таблица 1

Матрицы коэффициентов корреляции между линейными признаками черепа (указаны номерами) для серии самцов рыжей полевки; жирным шрифтом выделены достоверные коэффициенты корреляции

(признаки: 1 - Высота черепа в области слуховых барабанов; 2 - Скуловая ширина; 3 - Кондилобазальная длина черепа; 4 - Коронарная длина левого зубного ряда верхней челюсти; 5 - Коронарная длина правого зубного ряда верхней челюсти; 6 - Альвеолярная длина левого зубного ряда верхней челюсти; 7 - Альвеолярная длина правого зубного ряда верхней челюсти; 8 - Длина левого резцового отверстия; 9 - Длина правого резцового отверстия; 10 - Длина диастемы с левой стороны; 11 - Длина диастемы с правой стороны; 12 - Длина левой носовой кости; 13 - Длина правой носовой кости; 14 - Коронарная длина левого зубного ряда нижней челюсти; 15 - Коронарная длина правого зубного ряда нижней челюсти; 16 - Альвеолярная длина левого зубного ряда нижней челюсти; 17 - Альвеолярная длина правого зубного ряда нижней челюсти)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,00																
2	-0,20	1,00															
3	0,14	<b>0,61</b>	1,00														
4	-0,37	0,27	0,11	1,00													
5	-0,29	0,18	0,12	<b>0,88</b>	1,00												
6	-0,38	0,10	-0,05	<b>0,67</b>	<b>0,58</b>	1,00											
7	-0,35	0,26	0,10	<b>0,66</b>	<b>0,68</b>	<b>0,88</b>	1,00										
8	0,06	<b>0,48</b>	<b>0,69</b>	0,15	0,21	-0,14	0,06	1,00									
9	0,07	<b>0,46</b>	<b>0,63</b>	0,15	0,20	-0,14	0,05	<b>0,95</b>	1,00								
10	0,05	<b>0,63</b>	<b>0,73</b>	0,17	0,19	-0,16	0,04	<b>0,69</b>	<b>0,65</b>	1,00							
11	-0,06	<b>0,60</b>	<b>0,76</b>	0,27	0,28	-0,08	0,07	<b>0,70</b>	<b>0,68</b>	<b>0,95</b>	1,00						
12	-0,26	<b>0,40</b>	<b>0,42</b>	0,14	0,08	0,13	0,17	0,28	0,27	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	1,00					
13	-0,27	<b>0,40</b>	<b>0,43</b>	0,12	0,08	0,11	0,15	0,28	0,26	<b>0,39</b>	<b>0,45</b>	<b>0,99</b>	1,00				
14	-0,25	<b>0,46</b>	<b>0,53</b>	<b>0,50</b>	<b>0,44</b>	<b>0,38</b>	<b>0,43</b>	0,29	0,23	<b>0,33</b>	<b>0,38</b>	<b>0,43</b>	<b>0,42</b>	1,00			
15	-0,29	<b>0,48</b>	<b>0,44</b>	<b>0,48</b>	<b>0,45</b>	<b>0,40</b>	<b>0,47</b>	0,27	0,21	0,27	0,31	<b>0,44</b>	<b>0,42</b>	<b>0,92</b>	1,00		
16	-0,23	0,23	0,31	<b>0,48</b>	<b>0,42</b>	<b>0,47</b>	<b>0,43</b>	0,08	0,03	0,10	0,16	<b>0,55</b>	<b>0,53</b>	<b>0,82</b>	<b>0,85</b>	1,00	
17	-0,30	0,22	0,31	<b>0,47</b>	<b>0,46</b>	<b>0,47</b>	<b>0,45</b>	0,13	0,07	0,05	0,12	<b>0,34</b>	0,32	<b>0,82</b>	<b>0,90</b>	<b>0,91</b>	1,00

Таблица 2

Матрицы коэффициентов корреляции между линейными признаками черепа (указаны номерами) для серии самок рыжей полевки, жирным шрифтом выделены достоверные коэффициенты корреляции (обозначения признаков прежние, см. табл. 1)

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
1	1,00																
2	<b>0,34</b>	1,00															
3	<b>0,43</b>	<b>0,56</b>	1,00														
4	0,10	<b>0,37</b>	0,31	1,00													
5	0,10	0,29	0,15	<b>0,91</b>	1,00												
6	-0,04	<b>0,35</b>	<b>0,39</b>	<b>0,80</b>	<b>0,64</b>	1,00											
7	0,02	0,26	<b>0,38</b>	<b>0,76</b>	<b>0,70</b>	<b>0,84</b>	1,00										
8	0,19	0,24	<b>0,70</b>	0,08	-0,01	0,13	0,17	1,00									
9	0,17	0,19	<b>0,66</b>	0,14	0,06	0,17	0,20	<b>0,98</b>	1,00								
10	<b>0,46</b>	<b>0,55</b>	<b>0,83</b>	0,15	0,06	0,15	0,19	<b>0,76</b>	<b>0,72</b>	1,00							
11	<b>0,47</b>	<b>0,54</b>	<b>0,84</b>	0,19	0,10	0,18	0,20	<b>0,71</b>	<b>0,67</b>	<b>0,97</b>	1,00						
12	0,31	<b>0,62</b>	<b>0,83</b>	<b>0,36</b>	0,30	<b>0,39</b>	<b>0,41</b>	<b>0,74</b>	<b>0,73</b>	<b>0,84</b>	<b>0,83</b>	1,00					
13	<b>0,34</b>	<b>0,61</b>	<b>0,84</b>	<b>0,36</b>	0,29	<b>0,39</b>	<b>0,40</b>	<b>0,75</b>	<b>0,73</b>	<b>0,83</b>	<b>0,83</b>	<b>0,99</b>	1,00				
14	0,21	<b>0,53</b>	<b>0,48</b>	<b>0,81</b>	<b>0,76</b>	<b>0,69</b>	<b>0,65</b>	<b>0,37</b>	<b>0,40</b>	<b>0,37</b>	<b>0,39</b>	<b>0,58</b>	<b>0,56</b>	1,00			
15	0,18	<b>0,51</b>	<b>0,49</b>	<b>0,75</b>	<b>0,71</b>	<b>0,64</b>	<b>0,60</b>	<b>0,47</b>	<b>0,52</b>	<b>0,41</b>	<b>0,39</b>	<b>0,60</b>	<b>0,58</b>	<b>0,94</b>	1,00		
16	0,14	<b>0,50</b>	<b>0,41</b>	<b>0,80</b>	<b>0,71</b>	<b>0,73</b>	<b>0,71</b>	0,30	0,31	0,29	0,30	<b>0,51</b>	<b>0,49</b>	<b>0,91</b>	<b>0,85</b>	1,00	
17	0,17	<b>0,47</b>	<b>0,35</b>	<b>0,81</b>	<b>0,74</b>	<b>0,73</b>	<b>0,69</b>	0,30	<b>0,34</b>	0,26	0,26	<b>0,46</b>	<b>0,44</b>	<b>0,90</b>	<b>0,91</b>	<b>0,94</b>	1,00



Рис. 2. Корреляция и линейная регрессия между матрицами расстояний исследованных признаков самцов и самок

Согласно имеющимся представлениям о применении коэффициента корреляции для сравнения матриц расстояний, величина  $R > 0,70$  свидетельствует о достаточно хорошем соответствии между матрицами [8], что указывает на сходство общей структуры связей. Несмотря на это, уровни скоррелированности линейных краниологических признаков весьма существенно различались у разных полов. В группировке самок корреляции варьируют от совсем незначительных отрицательных до очень высоких положительных. Общая положительная скоррелированность признаков в серии черепов женских особей более выражена по сравнению с мужскими. Число положительных достоверных коэффициентов корреляции в группировке самок (94) гораздо выше, чем в серии самцов (65). Для популяционных группировок самцов отмечено даже некоторое количество достоверных отрицательных коэффициентов корреляций. Усредненные коэффициенты корреляций и их суммы для всего комплекса признаков подтверждают сказанное выше (табл. 3).

Таблица 3

Скоррелированность развития признаков в группировках самцов и самок из коренных ельников

Группировки особей	Доля (в %) достоверных положительных коэффициентов корреляции	Сумма коэффициентов корреляции	Средний коэффициент корреляции	Средний коэффициент детерминации
самцы	47,8	42,3	0,31	0,19
самки	69,1	66,5	0,49	0,31

Полученные результаты, во-первых, в очередной раз демонстрируют пластичность системы взаимосвязей между элементами черепа, а, во-вторых, свидетельствуют о половом диморфизме характера развития морфологических структур. Снижение степени положительной скоррелированности признаков у самцов указывает на меньшую сбалансированность их онтогенеза и, как результат, потенциально более низкую жизнеспособность.

Весьма сходные различия между полами были обнаружены нами при изучении стабильности индивидуального развития особей с разными типами онтогенеза с использованием методов фенетики [3]. Было отмечено, что усредненные показатели асимметрии по комплексу билатеральных дискретных признаков черепа рыжей полевки с однофазным ростом достоверно выше, чем у особей с двухфазным ростом. Данная закономерность гораздо существеннее была выражена для самцов. В меньшей степени отличались по доле асимметричных особей из сравниваемых функционально-физиологических групп самки. Неодинаковая степень проявления асимметричности качественных признаков черепа самцов и самок также является свидетельством полового диморфизма стабильности их онтогенеза.

Отмеченные нами различия между полами, во-первых, показывают, что для корректного изучения воздействия каких-либо факторов на согласованность развития признаков необходимо, чтобы сравниваемые популяционные выборки имели или сходное соотношение полов, или были составлены из особей только одного пола. Во-вторых, особенности корреляции структур многомерных объектов (в данном случае краниума и мандибул млекопитающих) вполне могут быть использованы при комплексном изучении популяций. Причем, не только при диагностике степени оптимальности условий для существования вида, но и при анализе особенностей внутривидовых групп особей. Это особенно важно для тех видов, популяциям которых свойственна сложная структурированность. В частности, в популяциях многих мышевидных грызунов, помимо половозрастных групп, существуют функциональные группировки особей, которые отличаются по своим эколого-физиологическим и поведенческим параметрам. По аналогии с результатами, представленными в данной работе, вполне можно предположить, что эти группировки будут иметь определенные различия в согласованности развития линейных признаков.

### Литература

1. Истомин А.В. Млекопитающие Центрально-Лесного биосферного заповедника // Флора и фауна заповедников России. Позвоночные животные Центрально-Лесного заповедника. Вып. 59. М., 1995. С. 33-42.
2. Истомин А.В. Использование корреляционного анализа признаков многомерных объектов в мониторинге популяций // Материалы региональной Общественно-научной конференции с международным участием "Северо-Западная Россия: Проблемы экологии и социально-экономического развития. Псков, 2004. С. 193-198.
3. Истомин А.В. Популяционная фенетика рыжей полевки (на примере южной тайги). Монография. Псков, 2007. 196 с.
4. Истомин А.В. Мелкие млекопитающие в региональном экологическом мониторинге (на примере Каспийско-Балтийского водораздела). Монография. Псков, 2008. 278 с.
5. Истомин А.В. Влияние экологической дестабилизации среды на изменчивость и скоррелированность развития признаков // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия естественные и физико-математические науки. № 4. Псков, 2008. С. 13-23.
6. Истомин А.В. Скоррелированность развития морфологических признаков на разных фазах динамики численности популяций // Вестник Псковского государственного педагогического университета. Серия естественные и физико-математические науки. № 6. Псков, 2008. С. 13-23.
7. Регуляторная роль почвы в функционировании таежных экосистем. М.: Наука, 2002. 364 с.
8. Ростова Н.С. Корреляция: структура и изменчивость // Труды С.-Петербур. о-ва естествоиспытателей, сер. 1. Т. 94. СПб.: Изд-во С.-Петербургского ун-та, 2002. 308 с.
9. Факторы регуляции экосистем еловых лесов. Л. Наука, 1983. 295 с.