

На правах рукописи

ГАНЦУК Светлана Владимировна

**МИКРОКЛИМАТИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ ОБИТАНИЯ ЯЩЕРИЦ  
ВОЛЖСКО-КАМСКОГО КРАЯ И ТЕМПЕРАТУРА ИХ ТЕЛА**

Специальность 03.00.16 - экология

Автореферат  
диссертации на соискание учёной степени  
кандидата биологических наук



Тольятти - 2005

Работа выполнена на кафедре зоологии Пермского государственного педагогического университета и в лаборатории популяционной экологии Института экологии Волжского бассейна РАН.

Научный руководитель:

кандидат биологических наук, доцент  
Андрей Геннадьевич БАКИЕВ.

Официальные оппоненты:

доктор биологических наук, профессор  
Виктор Иванович ПОПЧЕНКО;

кандидат биологических наук, старший научный сотрудник  
Василий Григорьевич ТАБАЧИШИН.

Ведущая организация: Казанский государственный университет.

Защита диссертации состоится 6 июня 2005 г. в 11 часов на заседании диссертационного совета Д. 002 . 251. 01 в Институте экологии Волжского бассейна РАН по адресу: 445003, г. Тольятти, ул. Комзина, 10. Факс (8482) 489504. E-mail:ievbras2005@mail.ru; ievbran@pochta.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в библиотеке Института экологии Волжского бассейна РАН.

Автореферат разослан 27 апреля 2005 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета:

кандидат биологических наук



Андрей Львович МАЛЕНЁВ

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

Актуальность. Волжско-Камский край - это территория, расположенная примерно между меридианами Нижнего Новгорода и Уфы и параллелями Кирова и Оренбурга, площадью более 500 тыс. км<sup>2</sup>. Она включает полностью или частично 15 республик и областей Поволжья и Предуралья (Попов, 1960; Бакиев и др., 2004).

В Волжско-Камском крае достоверно обитают 4 вида ящериц. Современные названия этих видов следующие: веретеница ломкая *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758, разноцветная ящурка *Eremias arguta* Pallas, 1773, пряткая ящерица *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758, живородящая ящерица *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787). Ящерицы на территории края играют заметную роль в регуляции численности насекомых, моллюсков и паукообразных, которые составляют основу их пищи; сами служат пищей многим позвоночным, в том числе промысловым птицам и млекопитающим. Они являются промежуточными и резервуарными хозяевами гельминтов животных. Каждый из 4 видов ящериц внесен в те или иные Красные книги регионов, территориально относящихся к Волжско-Камскому краю.

Рассматривая биотопическое распределение низших наземных позвоночных Волжско-Камского края, В. И. Гаранин (1983) выделяет 3 основные группы биотопов, в которых встречаются эти животные - открытые, лесные и приводные, причем обычными ящерицы отмечаются в двух первых биотопических группах. Очевидно, каждый из биотопов и каждая из выделенных В. И. Гараниным групп имеют свои характерные микроклиматические особенности, связанные с воздействием абиотических экологических факторов, первостепенное значение среди которых играет солнечная радиация. Влияние последней на рептилий вообще, и на ящериц в частности, изучено недостаточно, а на территории края такие исследования применительно к ящерицам никогда не проводились. Микроклимат местообитаний оказывает существенное влияние на температуру тела пресмыкающихся, а значит, на их суточную и сезонную активность. В период своего активного состояния, определяемого соответствующими микроклиматическими условиями, в частности температурой и влажностью внешней среды, ящерицы перемещаются, питаются, размножаются, в полной мере раскрывая свою роль в экосистемах. В целом температура типичных местообитаний ящериц Волжско-Камского края и температурные реакции этих пресмыкающихся изучены мало, специальных исследований в этом направлении не проводилось.

Цель и задачи исследования. Цель настоящей работы - исследование и анализ микроклиматических особенностей, характерных для местообитаний ящериц Волжско-Камского края, а также изучение температурных реакций этих животных на факторы внешней среды в естественных условиях.

Для достижения указанной цели были поставлены следующие задачи:

- 1) дать микроклиматическую характеристику основных типов биотопов в Волжско-Камском крае, населённых ящерицами;
- 2) оценить силу корреляционной связи и силу воздействия микроклиматических факторов на температуру тела ящериц;
- 3) определить крайние, средние и оптимальные температуры среды обитания ящериц и их тела;
- 4) выявить соотношение внешних температур и температуры тела.

Научная новизна. Работа является первым специальным исследованием по термобиологии ящериц Волжско-Камского края. Впервые проведено микроклиматическое описание типичных для них биотопов в крае. В условиях региона для всех 4 видов заурофауны определены крайние, средние и оптимальные показатели температур субстрата и приземного воздуха, а также названные показатели температур тела этих животных. Оценена сила связи компонентов солнечной радиации, внешней температуры и влажности с температурой тела ящериц и определена их сила влияния на последнюю.

Теоретическое значение. Материалы, изложенные в диссертации, могут быть использованы для дальнейшей разработки теоретических основ экологии рептилий. Интерес для разнопланового сравнительного анализа (географического, межвидового, межпопуляционного и т. д.) представляют температурные характеристики биотопов на северной границе ареалов прыткой ящерицы и разноцветной ящурки, а также установленные для Волжско-Камского края крайние, средние и оптимальные температуры среды обитания ящериц и их тела.

Практическое значение. Материалы диссертационного исследования могут быть использованы при разработке мер охраны, акклиматизации и реакклиматизации рептилий, прогнозировании их распространения и распределения в природе, при содержании и разведении ящериц в неволе.

Реализация результатов исследования. Результаты исследований используются в лекционных курсах «Зоология позвоночных», «Экология», «Экология животных», спецкурсе «Позвоночные животные Пермской области» на факультете биологии и химии ПГПУ и в системе дополнительного образования Пермской области.

Апробация работы. Результаты диссертационного исследования докладывались и обсуждались на Всероссийских научно-практических конференциях молодых ученых (Пермь, 1996, 1997, 1998, 2002), конференции «Красная книга Пермской области и проблемы биоразнообразия» (Пермь, 1997), Международной научной конференции «Изучение и охрана биологического разнообразия природных ландшафтов Русской равнины» (Пенза, 1999), Второй и Третьей конференциях герпетологов Поволжья (Тольятти, 1999, 2003), Первом съезде герпетологического общества им. А. М. Никольского (Пушино, 2000), Всероссийской научно-практической конференции «Биоразнообразие и биоресурсы Среднего Поволжья и сопредельных территорий» (Казань, 2002), Второй региональной и Всероссийской конференциях «Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды» (Челябинск, 2002, 2004), 12-м съезде Европейского герпетологического общества (Санкт-Петербург, 2003).

Публикация результатов исследования. По теме диссертации опубликовано 17 печатных работ.

Декларация личного участия автора. Большая часть полевых исследований на территории Пермской и Самарской областей, а также все экспериментальные работы проведены автором. Кроме названных полевых и экспериментальных данных, автор лично обработал и другие использованные в работе полевые данные, предоставленные коллегами.

Основные положения, выносимые на защиту.

1. Населенные ящерицами биотопы, в которых обитают разноцветная ящурка и прыткая ящерица, значительно отличаются по своим микроклиматическим особенностям (получаемому солнечному излучению, температуре, влажности)-от биотопов, где встречаются веретеница ломкая и живородящая ящерица.

2. Тепловое (инфракрасное) излучение - компонент солнечной радиации, который более сильно, чем ультрафиолетовое и видимое излучения, влияет на температуру тела ящериц фауны Волжско-Камского края. При этом влияние только падающего теплового потока эффективно для веретеницы, для остальных 3 видов эффективны и падающий, и возвращённый тепловые потоки.

3. По своей гигрофильности веретеница ломкая не уступает живородящей ящерице. Гигрофильность ящериц Волжско-Камского края находится в обратной зависимости от их термофильности.

Структура и объём диссертации. Диссертация состоит из введения, 6 глав, выводов и списка литературы. Она содержит 14 рисунков и 16 таблиц. Список

литературы включает 257 источников, из которых 72 на иностранных языках. Объём диссертации составляет 133 страницы.

Благодарности. В работе использованы полевые данные, которые получены м. н. с. ИЭВБ РАН Г. В. Еплановой, студентами ПГПУ - Н. Н. Сипатовым и И. М. Руцкиной - и доцентом кафедры зоологии данного университета к. б. н. Н. А. Литвиновым. Я благодарю всех названных лиц за любезно предоставленные мне данные. Особую признательность выражаю заведующему кафедрой зоологии ПГПУ, д. б. н., профессору А. И. Шуракову и моему научному руководителю - с. н. с. ИЭВБ РАН, к. б. н., доценту А. Г. Бакиеву за внимание и помощь на всех этапах исследования.

## **СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ**

### **Введение**

Обосновывается актуальность проблемы, формулируются цель и задачи.

### **Глава 1. Обзор литературы**

Приводится обзор литературных данных, связанных с термобиологией рептилий, и, в частности, отрывочных сведений этого плана по ящерицам, обитающим в Волжско-Камском крае. Дается представление о степени изученности температурных условий обитания и температурных реакциях всех четырёх видов ящериц края.

### **Глава 2. Материал и методика**

Работа основана на материале, собранном в Камском Предуралье и Среднем Поволжье. Полевые исследования проводили в 1999-2004 гг. в 14 административных районах Пермской области, в 4 - Самарской, в 2 - Ульяновской, в одном - Оренбургской, а также в 2 городских районах Тольятти.

Внешние температуры (приземного воздуха и субстрата) регистрировали в месте поимки животного. В качестве «температуры тела» в работе принимается температура, измеренная в пищеводе. В полевых условиях сделано 4464 измерений температуры тела у 558 экземпляров ящериц, проведено 1012 срочных измерений температуры среды и получены 84 термограммы.

Для изучения топографии внутренней и наружной температуры тела ее измеряли в 8 точках: на пилеусе, горле, середине поверхности спины и живота, на верхней и нижней поверхностях хвоста, в клоаке и пищеводе. Кроме этого, в

условиях лабораторного эксперимента у 2 экземпляров прыткой ящерицы в результате 57 измерений получены значения температур в 20 точках тела.

Для измерения температуры среды и тела применяли датчики двух типов: терморезисторы и термопары, подключенные к цифровому микромультиметру. Температуру тела пресмыкающихся в условиях лабораторного эксперимента регистрировали датчиками - платиновыми термопарами десятиканального цифрового микропроцессорного прибора «Термодат 26» с памятью данных и программ с интерфейсом. Для одновременной регистрации температуры и относительной влажности в полевых условиях использовали портативный микропроцессорный термогигрометр со встроенной цифроречью НН 91610 («Hanna Instruments», США). Для измерения температуры поверхности субстрата или кожных покровов пресмыкающихся без их отлова на расстоянии применяли лазерный термометр Raytek Minitemp. Освещенность и одновременно ультрафиолетовую часть спектра определяли комбинированным прибором для измерения оптического излучения «Люксметр - УФ-радиометр ТКА-01/3». Удельный тепловой поток, характеризующий инфракрасную часть спектра солнечного излучения, регистрировали датчиками теплового потока ( $\text{Вт/м}^2$ ). Таким образом, была получена возможность измерения части спектра солнечного (электромагнитного) излучения, используемого рептилиями, в пределах 280 нм - 2 мм (Кабардин, 1991). Для определения относительной влажности воздуха применяли датчики влажности гигрометра Hygrocheck и термогигрографа НН 91610 с разрешением 0,1% и точностью  $\pm 3\%$ .

Статистическую обработку полученных данных проводили по общепринятым методикам (Терентьев, Ростова, 1977; Лакин, 1980) при помощи пакета MS Excel 2000.

### **Глава 3. Микроклиматическая характеристика основных типов биотопов ящериц Волжско-Камского края**

В Волжско-Камском крае ящерицы обычны в открытых и лесных биотопах (Гаранин, 1983). В данной главе даётся микроклиматическая характеристика 4 конкретных биотопов - двух открытых и двух лесных. Первый открытый биотоп представляет собой песчаный остепнённый склон левобережной надпойменной террасы Волги, имеющий южную экспозицию и являющийся местообитанием самой северной в мире популяции разноцветной ящурки, где синтопически с ней обитает прыткая ящерица (Ставропольский район Самарской области). Второй из изученных открытых биотопов - это каменистый, также остепнённый склон южной экспозиции, расположенный на правом берегу реки Малый Телёс в

Камском Предуралье (Уинский район Пермской области), - характерен для прыткой ящерицы на северной границе ареала. Из группы лесных биотопов микроклиматическая характеристика дана сосняку-зеленомошнику, в котором обычны веретеница ломкая и живородящая ящерица, и тёмнохвойному лесу, являющемуся местообитанием одного вида ящериц - живородки. Последние 2 биотопа находятся в Добрянском районе Пермской области.

Микроклиматические параметры в биотопе, являющемся местообитанием разноцветной ящурки, проводили в мае 2001-2003 гг., а в остальных 3 биотопах - с мая по сентябрь 2004 г. Средние значения параметров, измеренные в 15 часов, представлены в табл. 1.

Таблица 1  
Микроклиматическая характеристика биотопов ящериц Волжско-Камского края  
(средние значения параметров, измеренных в 15 часов)

Фактор, ед. измерения	Биотопы			
	Открытые		Лесные	
	Надпоймен- ный склон р. Волга	Береговой склон р. М. Телёс	Сосняк- зеленомош- ник	Тёмнохвой- ный лес
УФ-излучение, Вт/м <sup>2</sup>	24,6	19,7	13,9	13,4
Видимый свет, Вт/м <sup>2</sup>	484,1	384,1	282,2	249,6
Падающее тепло, Вт/м <sup>2</sup>	60,0	40,2	29,5	29,3
Возвращённое тепло, Вт/м <sup>2</sup>	148,0	34,7	20,6	20,0
Суммарное излучение, Вт/м <sup>2</sup>	716,7	478,7	346,2	312,3
Температура приземного воздуха, °С	39,2	27,7	23,5	20,9
Влажность, %	21,6	53,0	65,2	70,2

Рассмотренные открытые и лесные биотопы сильно отличаются по своему микроклимату. Большая удельная мощность солнечной радиации характерна биотопам открытого типа в Предуралье и, особенно, в Среднем Поволжье. Суммарное излучение днем, по данным, полученным в 15 часов, в лесных



биотопах, по сравнению с открытыми, значительно меньше: в сосняке - в 1,4-2,1 раза, в тёмнохвойном лесу - в 1,5-2,3 (см. табл. 1). Максимальный уровень солнечной радиации в открытом биотопе приходится на июнь-июль, за счет наибольшей мощности в этот период видимого света и падающего тепла; наивысшая мощность УФ-излучения приходится на июль-август. В лесных биотопах картина иная. В сосняке-зеленомошнике и тёмнохвойном лесу наибольший уровень радиации отмечается в мае, причем за счет некоторого преобладания УФ- и видимого излучений, хотя тепла в это время сосняк получает меньше, чем в июне. Майская мощность солнечного излучения примерно на 3% выше июньской. Превышение мощности света в мае, вероятнее всего, объясняется ещё не полностью развернувшимися листьями в подлеске и не поднявшейся травой. Наибольшая мощность тепла приходится на июнь и июль.

Наибольшую удельную мощность суммарного солнечного излучения в дневное время принимает на себя открытый биотоп, в котором обитает разноцветная яшурка. Например, среднее значение суммарной мощности радиации за шесть дней мая составило здесь  $581,6 \text{ Вт/м}^2$ , тогда как мощность излучения в те же самые дни в открытом биотопе из Пермской области (станция прыткой яшурки) -  $466,8 \text{ Вт/м}^2$ . Динамика солнечного излучения в станции разноцветной яшурки в один из типичных майских дней отражена на рис. 1. Пик инсоляции приходится на 14 часов, когда все компоненты солнечного спектра достигли своего максимума: УФ -  $24,6 \text{ Вт/м}^2$ , видимый свет -  $484,1 \text{ Вт/м}^2$  и падающий тепловой поток -  $88,0 \text{ Вт/м}^2$ . Соотношение падающего и возвращённого тепла в этом же биотопе в конце мая 2001 г. показано на рис. 2. Практически за весь период дневной активности яшурок возвращённый тепловой поток превосходил падающий. Возвращённое тепло достигло пика в  $148,0 \text{ Вт/м}^2$  к 16 часам, когда падающее было чуть больше  $60 \text{ Вт/м}^2$ .

Температура изученных открытых биотопов оказалась более контрастна, чем лесных - как по разнице температур на одном участке в течение суток, так и по дневной разнице температур между освещенными и затенёнными участками. Например, в Камском Предуралье в июле месяце разница температур приземного слоя воздуха в 7 и 15 часов на одном и том же освещенном участке составила:  $17,5^\circ$  - в открытом биотопе,  $8,5^\circ$  - в сосняке-зеленомошнике,  $10,5^\circ$  - в тёмнохвойном лесу; в тени - соответственно  $9,5^\circ$ ,  $2,5^\circ$ ,  $3,0^\circ$ . Днем, в 15 часов, температурная разница приземного воздуха между самым нагретым и затенённым участками остепнённого склона составляет  $13,0^\circ$ , тогда как в сосняке -  $5,4^\circ$ , в тёмнохвойном лесу -  $4,2^\circ$ .

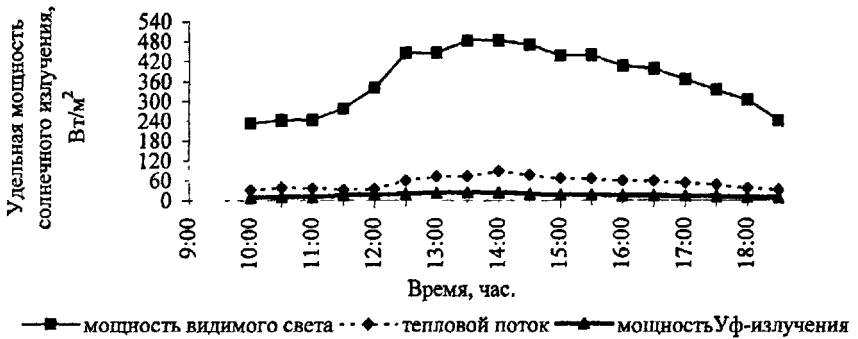


Рис. 1. Динамика солнечного излучения, поступающего на поверхность песчаного склона - станции разноцветной ящурки в Самарской области (02.05.2002 г.)



Рис. 2. Соотношение падающего и возвращенного теплового потоков в станции разноцветной ящурки (24. 05.2002 г.)

Утренняя влажность приземного воздуха на остепнённом склоне столь же высока, как и в лесных биотопах, зато дневная намного ниже. Так, в июле месяце в 7 часов утра на каменистом остепнённом склоне она в среднем составляла 84%, в сосняке - 82%, в тёмнохвойном лесу - 90%. При этом разница между средней утренней (7 часов) и средней дневной (15 часов) влажностью составляла, соответственно, 47%, 25%, 30%.

Каждый биотоп формирует свои микроклиматические условия обитания, которым должны соответствовать, в свою очередь, экологические особенности обитающих там рептилий.

#### Глава 4. Температура тела ящериц в зависимости от солнечной радиации и влажности

Рассматривается сила влияния компонентов солнечной радиации на температуру тела ящериц. Отмечено более сильное влияние инфракрасного компонента солнечной радиации по сравнению с ультрафиолетовым и видимым излучениями (табл. 2). Для разноцветной ящурки, прыткой и живородящей ящериц сила влияния как падающего, так и возвращённого тепловых потоков, на температуру тела статистически достоверна на 5%-ном уровне значимости. Для веретеницы достоверно ( $P < 0,05$ ) влияние только падающего теплового потока, по своей силе значительно превосходящего возвращённый тепловой поток.

Таблица 2

Значения и достоверность показателя силы влияния солнечной радиации на температуру тела ящериц Волжско-Камского края

Вид	Ультрафиолетовое излучение	Видимый свет	Падающий тепловой поток	Возвращённый тепловой поток
Веретеница ломкая	10,53 $P > 0,05$	18,57 $P < 0,05$	29,08 $P < 0,05$	2,40 $P > 0,05$
Разноцветная ящурка	25,70 $P > 0,05$	30,54 $P < 0,05$	46,15 $P < 0,05$	33,17 $P < 0,05$
Прыткая ящерица	26,59 $P < 0,05$	24,69 $P < 0,01$	41,17 $P < 0,05$	53,79 $P < 0,05$
Живородящая ящерица	12,56 $P < 0,05$	14,36 $P < 0,05$	30,62 $P < 0,05$	21,19 $P < 0,05$

Достоверность силы влияния последнего на температуру тела не выявлена ( $P > 0,05$ ). Эффективность только падающего теплового потока в данном случае можно объяснить тем, что веретеница обитает преимущественно в лесной подстилке, которая поглощает падающий тепловой поток, при этом возвращая только незначительную часть тепла.

Выборочные корреляционные отношения, характеризующие силу связи указанных компонентов солнечной радиации с температурой тела ящериц, во всех случаях статистически достоверны, на 1% или 0,1% уровнях значимости (табл. 3).

По средним значениям влажности воздуха в местах обитания ящериц Волжско-Камского края виды ранжируются от наименее до наиболее

влажнотермобивых в следующем порядке: разноцветная ящурка, прыткая ящерица, живородящая ящерица, веретеница ломкая.

Таблица 3

Сила связи компонентов солнечной радиации с температурой тела ящериц Волжско-Камского края (значения и достоверность корреляционного отношения)

Вид	Ультрафиолетовое излучение	Видимый свет	Падающий тепловой поток	Возвращённый тепловой поток
Веретеница ломкая	0,59±0,18 P<0,001	0,34±0,24 P<0,01	0,48±0,08 P<0,001	0,54±0,15 P<0,001
Разноцветная ящурка	0,56±0,07 P<0,001	0,77±0,09 P<0,001	0,55±0,16 P<0,01	0,79±0,9 P<0,001
Прыткая ящерица	0,72±0,17 P<0,001	0,63±0,08 P<0,001	0,79±0,15 P<0,001	0,91±0,08 P<0,001
Живородящая ящерица	0,48±0,24 P<0,01	0,36±0,22 P<0,01	0,71±0,13 P<0,001	0,51±0,21 P<0,001

Таблица 4

Характеристика влажности воздуха в местообитаниях ящериц Волжско-Камского края, силы связи с температурой тела и силы влияния на нее

Вид	Влажность (%): средняя арифметическая и ее ошибка, лимиты	Выборочное корреляционное отношение и его достоверность	Показатель силы влияния влажности на температуру тела (%) и его достоверность
Веретеница ломкая	81,36±0,85 48,5-99,0	0,73±0,08 P<0,01	49,23 P<0,01
Разноцветная ящурка	21,55±0,84 17,5-55,0	0,60±0,07 P<0,001	46,91 P<0,01
Прыткая ящерица	57,31±0,86 24,2-87,0	0,39±0,90 P<0,05	17,28 P<0,05
Живородящая ящерица	79,25±0,95 12,5-99,0	0,75±0,07 P<0,01	46,76 P<0,01

При этом у последних двух видов средние значения очень близки. Полученные данные уточняют существующее мнение о гигрофильности живородки и веретеницы (Гаранин, 1983), согласно которому первая - гигрофил, а вторая занимает промежуточное положение между мезофилами и гигрофилами, т.

е. является менее влаголюбивой. Сила связи влажности с температурой тела, измеренная с помощью корреляционного отношения, во всех случаях статистически достоверна. Также достоверны у 4 рассматриваемых видов и показатели силы влияния влажности на температуру тела (табл. 4).

### **Глава 5. Температура тела и закономерности её распределения у ящериц**

Наиболее высокие температуры покровов у ящериц Волжско-Камского края в естественной обстановке отмечены на дорзальной и вентральной поверхностях туловища и горле. В большинстве случаев наиболее теплый участок поверхности туловища при воздействии как высоких, так и низких температур - область плечевого пояса с вентральной стороны, что, по всей видимости, обусловлено влиянием субстрата, более нагретого по сравнению с приземным воздухом. Самые низкие температуры - на пилеусе и хвосте. Пониженная температура пилеуса, вероятно, связана с предотвращением перегрева головного мозга, хвоста - с его удаленностью от центра тела и структур, которые поддерживают относительно постоянную температуру тела.

В экспериментальных условиях у прытких ящериц при внешней температуре, близкой к оптимальной, наиболее высокая температура отмечается на покровах туловища, а на поверхности их головы и хвоста она ниже, как и в естественной обстановке.

Самые высокие, по сравнению с другими видами ящериц, температуры в пищеводе, клоаке и покровов тела в естественных условиях характерны для разноцветной ящурки, что соответствует высоким температурам её стаии; наиболее низкие - для веретеницы и живородящей ящерицы в соответствии с температурами их местообитаний (см. табл. 1).

При характеристике температуры тела ящериц ниже будет приниматься только температура, измеренная в пищеводе.

В целом средние температуры тела ящериц Волжско-Камского края в течение периода активности соответствуют интервалу 25,0-31,0°C, добровольные температуры - интервалу 13,0-37,0°C. Оптимальные температуры всех видов ящериц укладываются в промежуток 20,0-35,0°C (табл. 5). В табл. 5 все прыткие ящерицы разделены на 2 группы. В группу «Предуралье» вошли животные, отловленные в Пермской области, в группу «Поволжье» - из Самарской, Оренбургской и Ульяновской областей. Согласно полученным данным, представители обеих групп характеризуются очень близкими температурами тела (одинаковые средние значения, очень близкие значения добровольных минимума и максимума, оптимума).

Таблица 5

Температура тела ящериц Волжско-Камского края (°С)

Вид	Температура тела			
	Средняя	Максимальная	Минимальная	Оптимальная
Веретеница ломкая	25,0±0,95	31,4	19,0	20,5-27,5
Разноцветная ящурка	31,3±0,32	36,6	24,7	28,0-34,7
Прыткая ящерица (Предуралье)	29,5±0,56	35,7	15,7	28,2-32,9
Прыткая ящерица (Поволжье)	29,5±0,50	34,3	13,5	28,9-33,9
Живородящая ящерица	27,5±0,46	35,3	12,8	27,0-32,2

#### Глава 6. Соотношение внешних температур и температуры тела ящериц

Температуры поверхности субстрата и приземного слоя воздуха в местах встреч ящериц приведены в табл. 6. По средним показателям этих внешних температур виды ранжируются от наименее до наиболее термофильных следующим образом: веретеница ломкая, живородящая ящерица, прыткая ящерица, и, наконец, разноцветная ящурка. Такой же видовой ряд получится и при ранжировании по температуре тела (см. табл. 5).

Таблица 6

Характеристика внешних температур (°С) в точках встреч ящериц

Параметр	Веретеница ломкая	Разноцветная ящурка	Прыткая ящерица		Живородящая ящерица
			Поволжье	Предуралье	
Средняя, крайние и оптимальные температуры субстрата	21,8±0,84	39,2±0,85	32,4±1,03	25,9±0,93	23,2±0,49
	15,0-27,6	20,7-50,4	13,1-49,5	12,4-46,0	11,3-41,4
	20,0-25,8	33,9-46,0	23,3-33,2	20,7-29,8	15,2-27,4
Средняя, крайние и оптимальные температуры воздуха	20,6±0,94	32,2±0,78	28,3±1,00	23,6±1,80	23,0±0,61
	13,0-26,8	20,3-44,8	13,0-45,2	9,2-44,4	9,1-36,7
	17,8-22,3	27,4-37,4	22,0-31,1	17,2-25,6	17,4-24,7

Величина интервала между добровольными внешними температурами дает основание судить об относительной эври- или стенотермности вида. По значениям

этого показателя для субстрата и воздуха веретеница (интервалы соответственно 12,6° и 13,8°) менее эвритермна по сравнению с разноцветной ящуркой (29,7° и 24,5°), прыткой (37,1° и 36,0°) и живородящей (30,1° и 27,6°) ящерицами.

Связь температуры тела ящериц с температурами поверхности субстрата и приземного воздуха во всех случаях в высшей степени достоверная, как и их сила влияния на температуру тела (табл. 7).

Таблица 7

Корреляция температуры тела с температурами поверхности субстрата и приземного воздуха, сила влияния внешних температур на температуру тела

Показатели	Веретеница ломкая	Разноцветная ящурка	Прыткая ящерица		Живородящая ящерица
			Поволжье	Предуралье	
Корреляционное отношение температур тела и субстрата	0,94±0,03 P<0,001	0,55±0,09 P<0,001	0,81±0,04 P<0,001	0,89±0,03 P<0,001	0,77±0,04 P<0,001
Корреляционное отношение температур тела и воздуха	0,74±0,07 P<0,001	0,51±0,10 P<0,001	0,87±0,03 P<0,001	0,89±0,05 P<0,001	0,94±0,01 P<0,001
Показатель силы влияния температуры субстрата на температуру тела	51,84 РОДИ	13,95 P<0,01	62,01 P<0,01	32,34 P<0,01	55,56 P<0,01
Показатель силы влияния температуры воздуха на температуру тела	45,33 P<0,01	13,33 P<0,01	67,78 P<0,01	14,73 P<0,01	75,89 P<0,01

Под термином «абсолютный температурный оптимум» понимается такая температура тела эктотермов, при малейшем изменении которой у них возникает потребность включить поведенческую реакцию (механизм терморегуляции), чтобы воспрепятствовать дальнейшему изменению этой температуры. Такая

температура не измеряется, а вычисляется путем простых расчетов. Для этого все полученные за время полевых работ температуры поверхности субстрата (или приземного воздуха) разбиваются на классы вариационного ряда. Каждому значению внешней температуры соответствует своя температура тела животного, отмеченного на этом субстрате. Получаются среднестатистические значения внешних и внутренних температур для каждого из этих классов. Две кривые на графике, построенном на основе расчетов, перекрещиваются в определенной точке, которая и соответствует температуре «абсолютного оптимума» (Литвинов, Ганшук, 2003; Литвинов, 2004).

Такой график достаточно точно иллюстрирует действительное соотношение этих температур применительно к ящерицам (рис. 3). Как правило, для ящериц Волжско-Камского края при относительно невысоких температурах окружающей среды разница между ними и температурой тела невелика. При этом чаще всего температура тела ящериц выше, чем температура субстрата. По мере дальнейшего увеличения внешних температур рост температуры тела начинает замедляться. Далее эти температуры выравниваются. Такое равенство соответствует «абсолютному температурному оптимуму». Под ним понимается температура тела равная внешней температуре в период наивысшей дневной активности животного. После превышения такого уровня температура тела начинает отставать от роста внешней температуры.



Рис. 3. Соотношение температур субстрата и тела прыткой ящерицы в Поволжье

У каждого вида ящериц Волжско-Камского края свой температурный оптимум. По этому показателю выстраивается такой же видовой ряд, что и по



температурам тела (см. табл. 5), субстрата и воздуха (см. табл. 6). Абсолютный температурный оптимум увеличивается в следующей последовательности: веретеница ломкая (27,0°C), живородящая ящерица (28,5°C), прыткая ящерица из Предуралья (30,0°C) и из Поволжья (31,0°C), разноцветная ящурка (31,9°C).

### Выводы

1. Экологические ниши разноцветной ящурки и прыткой ящерицы, обитающих в открытых биотопах Волжско-Камского края (остепнённые склоны южной экспозиции), отличаются от экологических ниш веретеницы ломкой и живородящей ящерицы, населяющих лесные биотопы (сосняк-зеленомошник и тёмнохвойный лес), характеристиками микроклиматических факторов. По средним значениям измерений в 15 часов, местообитания первых характеризуются большим получаемым солнечным излучением (в 1,4-2,3 раза), более высокими дневными температурами (на 4,2-18,3°), пониженной дневной влажностью (на 12,2-48,6%).

2. Инфракрасный компонент солнечной радиации оказывает на температуру тела изученных видов ящериц наибольшее воздействие по сравнению с другими ее компонентами - ультрафиолетовым и видимым излучениями. Сила связи каждого из трёх компонентов солнечной радиации, а также влажности, температур поверхности субстрата и приземного воздуха с температурой тела ящериц у всех видов статистически достоверная. Показатель силы влияния падающего теплового потока на температуру тела достоверен у всех 4 видов ящериц, а силы влияния возвращённого теплового потока - у 3 видов (у веретеницы он недостоверен при 5%-ом уровне значимости).

3. В целом средние температуры тела ящериц Волжско-Камского края соответствуют интервалу 25,0-31,0°C, добровольные (крайние) - 13,0-37,0°C, оптимальные - 20,0-35,0°C.

4. Температура тела ящериц увеличивается с ростом внешних температур до определённого предела, имеющего видовые различия («точка абсолютного оптимума»), после чего становится относительно ниже, чем внешние температуры. Установленные значения абсолютного температурного оптимума равны: для веретеницы ломкой - 27,0°C, для разноцветной ящурки - 31,9°C, для прыткой ящерицы из Предуралья - 30,0°C, для этого же вида из Поволжья - 31,0°C, для живородящей ящерицы - 28,5°C.

5. В Волжско-Камском крае по температуре субстрата, воздуха, тела и абсолютного температурного оптимума термофильность видов увеличивается

следующим образом: веретеница ломкая, живородящая ящерица, прыткая ящерица, разноцветная ящурка. В этой же видовой последовательности уменьшается гигрофильность ящериц.

### **Список работ, опубликованных по теме диссертации**

1. Грошевик А. В., Ганщук С. В. Температура тела и температурные реакции у четырёх видов рептилий // Экология: проблемы и пути решения: Тез. докл. IV межвуз. конф. - Пермь, 1996. - С. 28-30.

2. Ганщук С. В. Особенности температуры тела змей в зависимости от внешних факторов // Экология: проблемы и пути решения: Тез. докл. V межвуз. конф. - Пермь, 1997. - С. 28-30.

3. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Обыкновенный уж и обыкновенная гадюка на юго-востоке Пермской области // Проблемы региональной Красной книги: Межведомственный сб. науч. тр. -Пермь: Перм. гос. ун-т, 1997. - С. 83-88.

4. Ганщук С. В. Экспериментальное исследование температуры тела двух видов змей // Экология: проблемы и пути решения: Тез. докл. VI межвуз. конф. - Пермь, 1998.-С. 32-33.

5. Ганщук С. В., Литвинов Н. А. О двух видах амфибий и рептилий в Камском Предуралье // Вторая конференция герпетологов Поволжья: Тез. докл. - Тольятти, 1999.-С. 10-13.

6. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. О четырёх видах рептилий в Камском Предуралье // Изучение и охрана биологического разнообразия природных ландшафтов Русской равнины: Материалы Междунар. науч. конф. - Пенза, 1999. - С.233-237.

7. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Экология амфибий и рептилий Пермской области // Региональный компонент в преподавании биологии, валеологии, химии: Сб. научно-методич. работ. - Пермь: Перм. гос. пед. ун-т, 1999. - С. 18-41.

8. Ганщук С. В. Температура тела и её динамика у двух видов ящериц и двух видов змей // Вопросы герпетологии. Материалы Первого съезда Герпетологического общества им. А. М. Никольского. - Пушино - М.: МГУ, 2001. - С. 61-63.

9. Ганщук С. В., Данилина О. А., Литвинов Н. А. и др. К биологии и морфологии пресмыкающихся в Камском Предуралье // Вопросы герпетологии. Материалы Первого съезда Герпетологического общества им. А. М. Никольского. - Пушино - М.: МГУ, 2001. - С. 64-67.

10. Ганщук С. В., Литвинов Н. А. Сравнительная характеристика температуры тела рептилий Предуралья и Среднего Поволжья // Биоразнообразии

и биоресурсы Среднего Поволжья и сопредельных территорий: Сб. материалов, посвященных 125-летию Казанского гос. пед. университета. - Казань, 2002. - С. 128-129.

11. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Некоторые физиологические адаптации рептилий к критическим температурам // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам сред: Материалы II регион, науч. конф. - Челябинск, 2002. - С. 99-103.

12. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Методы исследования земноводных и пресмыкающихся. - Пермь, 2003. - 50 с.

13. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Температурные условия обитания ящериц Волжско-Камского края // Третья конференция герпетологов Поволжья: Тез. докл. - Тольятти, 2003. - С. 42-44.

14. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Термобиология змей Волжско-Камского края // Змеи Восточной Европы: Материалы Междунар. конф. - Тольятти, 2003. - С. 50-53.

15. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Характеристика температуры тела прыткой ящерицы в Предуралье и Среднем Поволжье // Актуальные проблемы герпетологии и токсикологии: Сб. науч. тр. Вып. 6. - Тольятти, 2003. - С. 78-84.

16. Литвинов Н. А., Ганщук С. В. Температура среды и тела рептилий Прикамья и Поволжья // Адаптация биологических систем к естественным и экстремальным факторам среды: Материалы Всероссийской науч. конф. - Челябинск, 2004. - С. 289-298.

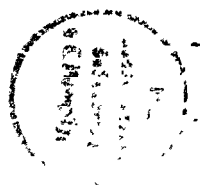
17. Litvinov N. A., Ganshchuk S. V. Environment and body temperatures of Volga-Uralean reptiles // Programme & Abstracts: 12<sup>th</sup> Ordinary General Meeting of Societas Herpetologica Europaea. - Saint-Petersburg, 2003. - P. 98.

Подписано в печать 20.04.2005. Формат 60x84/16.

Бумага офсетная. Печать ризография.

Усл. печ. л. 1,75. Тираж 100 экз. Заказ №

Издательство Пермского государственного педагогического университета: 614990, г. Пермь, ул. Сибирская, 24



1015

19 МАЙ 2005