МОСКОВСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ИМЕНИ М.В. ЛОМОНОСОВА

На правах рукописи

**ЗИМИНА Софья Николаевна**

# ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ ПОЛОВОГО ДИМОРФИЗМА СОМАТИЧЕСКИХ ПРИЗНАКОВ ЧЕЛОВЕКА ПОД ВЛИЯНИЕМ ФАКТОРОВ СРЕДЫ

03.03.02– «антропология» по биологическим наукам

АВТОРЕФЕРАТ
диссертации на соискание ученой степени
кандидата биологических наук

Москва, 2019

Работа выполнена на кафедре антропологии биологического факультета МГУ имени М.В.Ломоносова

**Научный руководитель:** *Гончарова Наталия Николаевна, кандидат биологических наук*

**Официальные оппоненты:** *Федотова Татьяна Константиновна, доктор биологических наук, МГУ имени М.В.Ломоносова, НИИ и Музей антропологии, ведущий научный сотрудник*

*Веселовская Елизавета Валентиновна, доктор исторических наук, доцент, Институт этнологии и антропологии РАН, Лаборатория антропологической реконструкции, ведущий научный сотрудник*

*Руднев Сергей Геннадьевич, кандидат физико-математических наук, доцент, Институт вычислительной математики им. Г.И. Марчука РАН, старший научный сотрудник*

Защита состоится «  » ____ 2019 г. в 14:30 на заседании диссертационного совета МГУ.03.11. Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова по адресу: 125009, г. Москва, ул. Моховая, д. 11, НИИ и Музей антропологии МГУ, ауд. 215.

E-mail: alla-sukhova@bk.ru.

С диссертацией можно ознакомиться в отделе диссертаций Научной библиотеки МГУ имени М.В. Ломоносова (Ломоносовский просп., 27) и на сайте ИАС «ИСТИНА»: https://istina.msu.ru/dissertation_councils/councils/50460456/

Автореферат разослан «___» _____ 2019 г.

Ученый секретарь

диссертационного совета МГУ.03.11

кандидат биологических наук А.В. Сухова

# ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы и степень её разработанности**

Современный человек живет в условиях, при которых достижения цивилизации способны минимизировать воздействие природных факторов на организм [Rydin et al., 2012; Miao, 2016]. Тем не менее, влияние окружающей среды сохраняется и продолжает вносить изменения в наше физическое состояние. Современные исследования показывают, что влиянию внешних экологических и социальных факторов подвержены все системы организма. Результатом такого влияния становится адаптация организма к конкретным внешним факторам [Perkins et al., 2016; Экология человека, 2001; Гудкова, 1998].

Пол – важный биологический детерминант адаптации к воздействиям различных факторов. Но степень, в которой половая принадлежность влияет на адаптационные возможности, разными авторами оценивается по-разному. Согласно эволюционной теории пола В.А. Геодакяна, половой диморфизм по любому признаку связан с его эволюцией и является прямым следствием воздействия изменяющейся среды. В зарубежной литературе известна теория большей сенситивности мужского пола или, что-то же самое, высокой степени буфферизации женщин. Согласно этому предположению, женский пол в меньшей степени подвержен неблагоприятным факторам среды, поскольку его эволюционное предназначение связано с обеспечением стабильности репродуктивного процесса. Основное направление исследований, посвященных половому диморфизму, подразумевает наличие некоторого генетически запрограммированного уровня половых различий, который под воздействием внешнего стресса будет уменьшаться за счет приближения мужчин к женщинам. Более того, теория большей сенситивности мужчин подразумевает, что эффект уменьшения полового диморфизма будет одинаково достигаться для различных признаков при воздействии разнородных факторов: недостатка питания, физических нагрузок, различных заболеваний, экологических факторов. Однако исследования показывают противоречивые результаты: по младенческой

смертности и заболеваемости теория большей сенситивности мужчин находит подтверждение. По другим направлениям исследований, в том числе, посвященных половому диморфизму морфологических признаков, однозначного доказательства или опровержения выдвинутой гипотезы пока не найдено [Morrow, 2015; Buffa et al., 2001; Marini et al., 2005, 2007; Greil, Lange, 2007]. Обращает на себя внимание сложность изучения данного вопроса, связанная с необходимостью выделения чистого воздействия одного фактора, для получения однозначных выводов о направлении его влияния на морфологические признаки у мужчин и женщин.

Одно из новых принципиальных направлений исследований в области биологии человека – выявить степень влияния пола на результаты клинических исследований при изучении уровня заболеваемости и показателей здоровья [Arnold, 2010; McGregor et al., 2013; Schorr, 2018; Pardue, Wizemann, 2001]. Зачастую неясно, в какой степени именно половая принадлежность (на генетическом и эпигенетическом уровне) определяет различия реакции групп на внешние влияния.

Необходимость изучения феномена разной резистентности полов к экзогенным воздействиям обусловливает актуальность темы данного исследования.

Работа выполнена в рамках **концепции** о том, что антропологические методы позволяют изучить биологическое разнообразие человеческих популяций, которое определяется воздействием экзо- и эндогенных факторов.

**Цель исследования**

Изучить возрастную и пространственную вариабельность степени полового диморфизма по морфологическим характеристикам у взрослого населения Евразии.

**Задачи исследования**

1. Проанализировать изменения уровня полового диморфизма по соматическим признакам с возрастом на примере однородной группы для

определения контрольного уровня различий между полами на разных этапах онтогенеза.

2. Провести анализ групп, контрастных только по климатическому фактору для выявления закономерностей вариабельности полового диморфизма.

3. Сравнить морфологические характеристики городских и сельских групп, выявить направление изменений и выраженность полового диморфизма.

4. Выявить вектор адаптационных процессов в некоторых современных выборках Восточноевропейской равнины с помощью информативных показателей полового диморфизма.

5. Проанализировать влияние факторов среды на морфологические характеристики некоторых групп населения Евразии с точки зрения различной экосенситивности полов.

**Научная новизна работы**

1. Введен в научный оборот новый морфологический материал группы г. Тирасполь в объеме 247 юношей и 345 девушек, измеренных по полной антропометрической программе.

2. Впервые проведен анализ и выявлены закономерности возрастной динамики степени полового диморфизма морфологических признаков на обширном однородном материале сельского населения Беларуси.

3. Впервые проанализирована закономерность изменчивости различий между полами в однородных группах взрослого населения. Показана зависимость степени полового диморфизма от климатических и социальных факторов.

4. Разработан новый подход к рассмотрению закономерностей полового диморфизма, позволяющий выявить резистентность пола в микроэволюционных процессах. Предложена новая методика оценки адаптационного потенциала морфологических признаков.

**Теоретическая и практическая значимость исследования** определяется тем, что изучение вариабельности полового диморфизма по морфологическим признакам продолжает разработку концепции влияния пола на адаптационные возможности человека. Апробирована методика оценки степени влияния различных

факторов на половой диморфизм. Введен в научный оборот антропометрический материал по молодому современному населению южного варианта среднеевропейской малой расы. Выводы, полученные в работе, позволяют определить степень влияния пола на результаты в клинических исследованиях при изучении уровня заболеваемости и показателей здоровья. Результаты работы могут быть использованы при составлении образовательных программ по антропологии, морфологии и экологии человека, спецкурсов по антропоэкологии.

**Методы исследования** заключались в подробном демографическом, антропометрическом, экологическом и социально-экономическом исследовании групп населения и последующем сравнительном анализе полученных данных с использованием методов современной биометрии.

**Положения, выносимые на защиту:**

1. После достижения дефинитивного морфологического статуса выявляются периоды различной выраженности полового диморфизма, который определяется в первом взрослом возрасте (до 40 лет) бóльшим развитием мускулатуры у мужчин, а в более старших возрастах величина коэффициента полового диморфизма меняется под влиянием увеличения жироотложения у женщин.

2. Уровень полового диморфизма коррелирует со степенью климатического стресса на уровне тенденции. Повышение давления климатических факторов приводит к увеличению различий между полами по признакам, связанным с мужским вариантом телосложения и понижению половых различий по признакам, определяющим женский тип фигуры.

3. Степень урбанизированности оказывает значительное влияние на морфологические характеристики группы и уровень полового диморфизма.

4. Показатели полового диморфизма, основанные на соотношении средних значений признака у мужчин и женщин, не позволяют выявить направление морфологических адаптаций.

5. Предположение о большей сенситивности одного из полов не находит подтверждения при изучении морфологических комплексов.

**Степень достоверности и апробация результатов**

Достоверность результатов обеспечивается применением методов исследования и анализа данных, адекватных установленным задачам, а также представительным материалом, включающим 4247 индивидуума, и 28 групп из литературных данных для сравнительного анализа, измеренных по большой антропометрической программе. Все измерения проводились с использованием верифицированных инструментов. Полученные результаты изучены на достоверность при помощи пакета программы Statistica.

Апробация результатов включала их представление в виде докладов на международной конференции «Экология человека в условиях трансграничного сотрудничества» (Институт истории НАН Беларуси, г. Минск, Беларусь), на Всероссийской конференции с международным участием «Физическая антропология: методики, базы данных, научные результаты» (г. Санкт-Петербург, 2013), на международной конференции «19th Congress of European Anthropological Association» (Москва, 2014), на международной конференции «Антропология в Беларуси – 50-летний путь развития» (г. Минск, Беларусь, 2015), на международной конференции «XXVI Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых "Ломоносов-2019"» (Москва, 2019), а также в виде статей в сборниках и рецензируемых журналах.

**Структура работы** подчинена решению ее основных задач. Диссертация имеет Введение, главу Обзор литературы, главу Материалы и методы, главу Результаты и Обсуждение, а также Заключение, Выводы, Список литературы, Список использованных сокращений и четыре Приложения. Текст диссертации изложен на 176 страницах, содержит 14 таблиц и 27 рисунков. Список литературы состоит 150 источников, из которых 87 на русском и 69 на иностранных языках.

# ОСНОВНОЕ СОДЕРЖАНИЕ ДИССЕРТАЦИИ

## Глава 1. ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

Глава содержит описание исследований, посвященных влиянию различных экологических факторов на морфологический статус человека, а также освещён вопрос секулярных морфологических изменений. Проведен анализ источников, описывающих влияние пола на морфологические изменения под воздействием различных стрессовых условий. Отдельно проанализировано различие между полами по степени реактивности жировой компоненты, как наиболее подвижной морфологической системы. Дополнительно обсуждены возможные методы оценки степени половых различий, которые позволяют определить степень реактивности полов.

## Глава 2. МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Весь материал, использованный для оценки полового диморфизма, логически делится на три группы. Первая – индивидуальные данные по взрослому населению Беларуси, любезно предоставленные д.б.н. И.И. Саливон (г. Минск, Беларусь). Вторая – опубликованные данные по локальным этническим группам России и ближайшего зарубежья, по которым в работе проводился анализ влияния климатических факторов на степень полового диморфизма. Третья – индивидуальные данные современного юношеского населения Восточноевропейской равнины, собранные лично автором и любезно предоставленные д.б.н. М.А. Негашевой и к.б.н. И.М. Синевой из фондов кафедры антропологии биологического факультета МГУ (Москва). Характеристики групп представлены в таблице 1.

Все группы (за исключением групп под авторством Е.Д. Кобылянского), измерены по стандартной антропометрической программе В.В. Бунака.

Для определения степени различий между полами использован коэффициент полового диморфизма (КПД) [Marini et al., 1999; Дерябин, 2003; Zimina, Goncharova, 2014].

$$КПД = \frac{M_{Муж} - M_{Жен}}{\sqrt{\frac{СКО^2_{Муж} * (N_{Муж} - 1) + СКО^2_{Жен} * (N_{Жен} - 1)}{N_{Муж} + N_{Жен} - 2}}},$$

где $СКО_{Муж}$, $СКО_{Жен}$ – среднеквадратические отклонения (СКО), $M_{Муж}$, $M_{Жен}$ – средние, а $N_{Муж}$, $N_{Жен}$ – численности в мужской и женской выборках соответственно (далее использованы эти же обозначения). Этот показатель позволяет рассчитать степень полового диморфизма как на индивидуальных данных, так и по опубликованным материалам при наличии средних, СКО и численностей мужчин и женщин.

Кроме того, в работе использован метод сравнения значений признаков в отдельных группах с усредненными значениями каждого признака в объединенных группах Восточноевропейской равнины. В качестве усредненных значений использовались средние арифметические величины средних значений признаков в шести территориальных группах отдельно для юношей и девушек.

Для проверки достоверности отличий каждой географической выборки в отдельности от объединенного среднего уровня значения морфологических характеристик для каждого признака был рассчитан двухсторонний t-критерий Стьюдента, уровень значимости p=0,05.

Для сравнения групп по комплексу морфологических характеристик были использованы различные методы статистики, в том числе, однофакторный дисперсионный анализ, канонический дисперсионный анализ, пошаговый и канонический дискриминантные анализы. В рамках пошагового дискриминантного анализа были рассчитаны расстояния Махаланобиса, которое может служить комплексной универсальной характеристикой величины полового диморфизма в группе [Дерябин, 2005]. Анализ проводился как по отдельным наборам морфологических показателей, так и по всему комплексу антропометрических признаков.

Анализ различий средних, вычисление показателей степени полового диморфизма и расчет некоторых значений критерия Стьюдента осуществлялся с помощью программы Microsoft Excel 2010. Статистическая обработка материалов, одномерные и многомерные методы анализов осуществлялись с применением пакета прикладных программ Statistica 10.

Таблица 1. Характеристики групп, изученных в работе. N – численность

| **Территориальная группа** | **Год измерения** | **Источники данных** | **Пол** | **N** | **Средний возраст** |
|---|---|---|---|---|---|
| **Тирасполь** | 2012 | Собственные данные | Муж | 247 | 18,0 |
| | | | Жен | 345 | 18,0 |
| **Москва** | 2016 | Синевой И.М. | Муж | 84 | 18,0 |
| | | | Жен | 85 | 18,0 |
| **Самара** | 2016 | Негашевой М.А. | Муж | 96 | 18,8 |
| | | | Жен | 124 | 19,2 |
| **Саранск** | 2015 | Негашевой М.А. | Муж | 94 | 19,0 |
| | | | Жен | 120 | 18,8 |
| **Села Мордовии** | 2015 | Негашевой М.А. | Муж | 110 | 17,5 |
| | | | Жен | 90 | 17,4 |
| **Архангельск** | 2010 | Негашевой М.А. | Муж | 65 | 19,3 |
| | | | Жен | 119 | 19,7 |
| **Беларусь** | 1970-1976 | Саливон И.И. | Муж | 1444 | 39,2 |
| | | | Жен | 1561 | 40,9 |
| **с. Поречье** | 1961-1962 | [Смирнова, 1976] | Муж | 183 | 34,70 |
| | | | Жен | 214 | 36,70 |
| **Россошь** | 1961-1962 | Там же | Муж | 108 | 35,50 |
| | | | Жен | 87 | 35,50 |
| **с. Рождественка** | 1961-1962 | Там же | Муж | 80 | 37,90 |
| | | | Жен | 96 | 40,20 |
| **с. Баргузин** | 1961-1962 | Там же | Муж | 95 | 35,50 |
| | | | Жен | 100 | 38,10 |
| **Москва, коренные жители** | 1967 | [Кобылянский, 1970, 1971] | Муж | 452 | 33,9 |
| | | | Жен | 405 | 36,7 |
| **Москва, мигранты** | 1967 | Там же | Муж | 186 | 41,7 |
| | | | Жен | 255 | 42,6 |
| **села Курской обл.** | 1967 | Там же | Муж | 429 | 35,4 |
| | | | Жен | 423 | 38 |
| **Харьков, коренные жители** | 1967 | Там же | Муж | 60 | 37,2 |
| | | | Жен | 75 | 38,5 |
| **Харьков, мигранты** | 1967 | Там же | Муж | 96 | 37,2 |
| | | | Жен | 69 | 35,1 |

| | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| **Полтавская обл.** | 1967 | Там же | Муж | 187 | 36,8 |
| | | | Жен | 185 | 38,1 |
| **Буряты, п. Улюн** | 1965-1966 | [Антропоэкология Центральной Азии, 2005] | Муж | 57 | 36,63 |
| | | | Жен | 84 | 36,35 |
| **Буряты, п. Аргада** | 1965-1966 | Там же | Муж | 53 | 36,63 |
| | | | Жен | 61 | 36,35 |
| **Буряты, с. Курумкан** | 1965-1966 | Там же | Муж | 25 | 36,63 |
| | | | Жен | 39 | 36,35 |
| **Якуты, с. Бергидестях** | 1975 | Там же | Муж | 109 | 39,44 |
| | | | Жен | 120 | 37,90 |
| **Тувинцы, Тоджинский р-н** | 1977 | Там же | Муж | 68 | 36,81 |
| | | | Жен | 61 | 39,60 |
| **Тувинцы, Монгун-Тайгинский р-н** | 1978 | Там же | Муж | 75 | 34,50 |
| | | | Жен | 66 | 36,01 |
| **Тувинцы, Дзун-хемчинский р-н** | 1976 | Там же | Муж | 124 | 35,92 |
| | | | Жен | 132 | 36,31 |
| **Тувинцы, Эрзинский р-н** | 1978 | Там же | Муж | 35 | 37,46 |
| | | | Жен | 82 | 34,97 |
| **Хакасы-сагайцы** | 1980 | Там же | Муж | 37 | 42,23 |
| | | | Жен | 33 | 39,73 |
| **Хакасы-кызыльцы** | 1981 | Там же | Муж | 38 | 38,74 |
| | | | Жен | 32 | 43,97 |
| **Хакасы-качинцы** | 1979 | Там же | Муж | 47 | 37,85 |
| | | | Жен | 62 | 43,27 |
| **Казахи, Кош-Агачский р-н** | 1984 | Там же | Муж | 55 | 37,64 |
| | | | Жен | 88 | 37,62 |
| **Казахи, Таласский р-н** | 1984 | Там же | Муж | 98 | 32,04 |
| | | | Жен | 101 | 34,22 |
| **Халха-монголы, Жаргалант** | 1987 | [Антропоэкология Центральной Азии, 2005] | Муж | 75 | 35,83 |
| | | | Жен | 98 | 30,87 |
| **Халха-монголы, Бат-Улзий** | 1986, 1991 | Там же | Муж | 69 | 37,13 |
| | | | Жен | 70 | 33,34 |
| **Халха-монголы, Бурд** | 1986 | Там же | Муж | 72 | 33,58 |
| | | | Жен | 82 | 33,72 |
| **Халха-монголы, Баянлиг** | 1988 | Там же | Муж | 54 | 35,94 |
| | | | Жен | 71 | 34,16 |
| **Халха-монголы, Халхагол** | 1990 | Там же | Муж | 56 | 29,32 |
| | | | Жен | 78 | 31,16 |

# Глава 3. РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

## 1. Возрастная и географическая динамика полового диморфизма на примере сельского населения Беларуси

Исследованная группа взрослого сельского населения Беларуси обладает признаками модельной выборки, такими, как большая численность широкого спектра возрастов, однородность демографических и социально-экономических показателей, небольшая вариабельность климатического фактора, отсутствие ошибки измерения, связанного с разным авторством материала. Материал был собран на всей территории Беларуси и разделен на три географические провинции – северную, центральную и южную. По показателям климата различия между провинциями несущественны.

Методы статистического анализа показали отсутствие достоверных различий по морфологии тела между группами разных провинций. На рисунке 1 показаны результаты канонического дискриминантного анализа, включавшего все 32 антропометрических признака. Расхождения морфологических вариантов не наблюдается, трансгрессия индивидуальных значений очень велика. Это позволяет предположить, что в исследованных группах не происходит адаптационных изменений морфологии под влиянием климатических вариаций. Были рассчитаны значения КПД по каждому признаку для трех групп. Обнаружены некоторые вариации показателя КПД, однако отсутствие климатических адаптаций позволяет считать эту вариабельность случайной, обусловленной статистической погрешностью выборки.

Затем была изучена возрастная динамика средних значений признаков у мужчин и женщин, и степени половых различий. Для анализа возрастных изменений весь материал был разбит на пятилетние группы. Показано линейное и равномерное уменьшение большинства продольных размеров с возрастом. Показатель полового диморфизма (КПД) остается стабильным с 20 до 60 лет, после чего можно проследить динамику увеличения различий между полами. Сходной возрастной изменчивостью обладают другие продольные размеры тела.

Для поперечных скелетных размеров тела характерна иная динамика, наибольшие различия между полами наблюдаются в возрасте до 30 лет.

Рисунок 1. Индивидуальные значения трех региональных мужских групп в плоскости двух канонических переменных. Эллипс охватывает 95% значений. Дополнительно отмечены центры групп

Направление изменений полового диморфизма по массе тела, обхватам и жировым складкам значительно отличается от такового по скелетным размерам. У мужчин средние значения массы тела остаются практически неизменными до 60 лет, а у женщин с возрастом средние значения увеличиваются, приближаясь к мужским, что показано на рисунке 2. Этот процесс отражают значения КПД. После 60 лет наблюдается значительное уменьшение массы тела у мужчин и женщин, которое происходит достаточно синхронно, и значения КПД остаются постоянными. Такая динамика средних значений, по-видимому, связана с отрицательным отбором по признакам, приводящим к заболеваниям сердечно-

сосудистой системы. Согласно исследованиям, именно после 60 лет у мужчин и 72 лет у женщин более половины смертей связаны с заболеваниями сердца. Поэтому наблюдаемое снижение средних значений после 60 лет по таким признакам, как вес, обхваты и жировые складки, отражает риски, связанные с повышенным жироотложением [Население России за 100 лет …, 1998]. Необходимо подчеркнуть, что при поперечных обследованиях достаточно сложно разделить эпохальные изменения, возрастную динамику и межпоколенческую изменчивость, связанную с влиянием стрессовых воздействий. Вероятно, что наблюдаемое уменьшение продольных размеров тела в старших возрастных группах является отражением процессов акселерации. Можно отметить некоторые возрастные интервалы, которые выделяются из общего тренда по показателям ПД. Вероятно, эти отличия связаны с влиянием поколенческой изменчивости, когда в критические периоды онтогенеза организм был подвержен внешнему стрессовому воздействию, повлиявшему на формирование морфологического статуса.

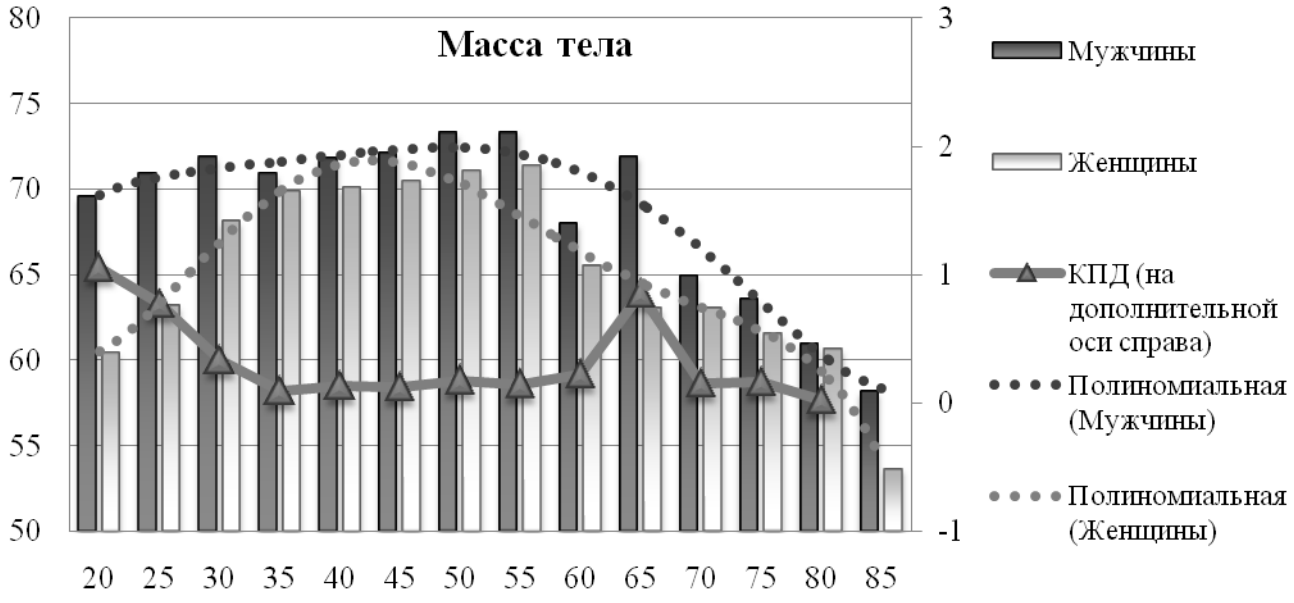


Рисунок 2. Возрастная динамика средних значений и половых различий в 5-летних группах белорусов по массе тела

Для женщин показанное на примере массы тела колоколообразное изменение средних значений, связанное с возрастной динамикой содержания жира, характерно практически для всех обхватов и жировых складок. У мужчин размеры обхватов связаны не только с выраженностью жировой компоненты, но и с развитием мускулатуры. Поэтому для разных систем признаков характерна различная возрастная динамика половых различий. Так, обхваты талии и груди, большинство жировых складок у мужчин и женщин изменяются по тем же законам, что и масса тела. У обоих полов до 40 лет происходит постепенное увеличение размеров, более ярко выраженное у женщин, затем наступает непродолжительный стабильный период и уменьшение значений признаков после 60 лет, в большей степени проявляющееся у мужчин. А по обхватам бедер и сегментов конечностей у мужчин наблюдается другая динамика половых различий. Так в молодом возрасте у них показано небольшое увеличение обхватов, связанное с наращиванием мышечной массы, затем наблюдается продолжительный стабильный период до 55-60 лет, после чего значения признаков уменьшаются. Такая динамика приводит к тому, что в возрасте до 60 лет значения КПД очень быстро уменьшаются, отражая принципиальное изменение соотношения размеров мужчин и женщин.

На модельном примере данной группы показано, что возрастная и поколенческая изменчивость значительно влияет на соотношение размеров различных признаков между полами, что необходимо учитывать при сравнении разновозрастных групп. Величина КПД в раннем зрелом возрасте (до 40 лет) определяется большим развитием мускулатуры у мужчин, в возрасте 50-60 лет величина КПД меняется под влиянием увеличения жироотложения у женщин.

## 2. Влияние высоты над уровнем моря и средней температуры на половой диморфизм в группах халха-монголов

Материалом для этой части исследования послужили опубликованные данные отечественных экспедиций. Группы подбирались по принципу максимальной однородности по показателям демографических, этнических и социальных факторов для сравнения влияния именно климатического

воздействия. Для работы выбраны 24 популяции, сгруппированные в четыре блока, максимально однородные по этническому компоненту: халха-монголы (пять групп), североазиатские монголоиды (семь групп), представители переходных рас – уральской и южносибирской (пять групп), семь групп среднеевропейской расы. Отнесение групп к малым расам производилось согласно авторам материала и в соответствии с Я.Я. Рогинским и М.Г. Левиным [1978]. К сожалению, установить статистическую значимость найденных различий КПД невозможно, поскольку неизвестна форма распределения этого показателя. Поэтому достоверность получаемых выводов можно определить только по универсальности выявленных закономерностей и логической обоснованности.

По морфологии тела связи климатическими факторами среды выявить не удалось. Возможно, это связано с тем, что морфологическая адаптация вуалируется другими, неочевидными влияниями. Несмотря на это, степень различия между полами, т.е. половой диморфизм, зависит от климатических характеристик. Правда, обнаруженные закономерности носят характер тенденций. При сравнении групп основным разделяющим фактором была высота расположения населенного пункта над уровнем моря, которая во многом определяет температурный режим, степень увлажнения и особенности ландшафта.

При анализе различных групп, отличающихся только по суровости климатических условий, не для всех признаков найдены достоверные различия. Но общая тенденция такова, что по характеристикам мужского варианта телосложения происходит увеличение половых различий в более высокогорных районах. Это показано для большинства продольных размеров и массы тела, сагиттального диаметра груди, обхватов груди, талии и плеча в группах халха-монголов; для длины тела, ширины плеч, диаметров груди, обхватов груди и талии на примере групп тувинцев; по продольным признакам скелета и диаметрам тела в контрастных группах казахов. При сравнении групп среднеевропейской малой расы, проживающих в условиях среднегорья Баргузинской котловины и

Карпат, происходит увеличение полового диморфизма по сравнению с группами, живущими на равнинах в центральных районах России по тому же набору признаков.

По признакам, характеризующим женский вариант фигуры наоборот, прослеживается уменьшение полового диморфизма при повышении высоты расположения поселения над уровнем моря. Так, в группах халха-монголов и тувинцев показано уменьшение значений КПД по ширине таза, обхватам бедер и бедра. Также уменьшение половых различий по ширине таза найдено при сравнении групп среднеевропейской малой расы, живущих на разной высоте.

На морфологическую вариабельность изученных популяций, безусловно, влияет множество различных абиотических, биотических и антропогенных факторов. К ним можно отнести некоторые особенности выборок – незначительно варьирующий средний возраст и время сбора материала; различные характеристики климата, которые не связаны с высотой над уровнем моря, например, контрастность летних и зимних температур; разнообразие ландшафтов проживания; различный хозяйственный уклад и др. В данной работе была осуществлена идея выбора групп, максимально однородных по всем факторам, кроме одного, при полном понимании естественных ограничений такого выбора. Поскольку тенденция связи полового диморфизма с суровостью климатических условий, определяемой высотой расположения населенного пункта, показана на примере групп, относящихся к четырем разным малым расам, это даёт основания считать установленную закономерность универсальной и реально существующей.

Таким образом, при повышении стресса, связанного с низкими среднегодовыми температурами и высокогорными районами проживания показано:

- для признаков, определяющих мужской вариант телосложения (продольные размеры тела, ширина плеч, диаметры груди, обхваты груди и талии) происходит увеличение значений КПД;
- для признаков, определяющих женский тип фигуры (ширина таза, обхваты ягодиц и бедра) показано уменьшение КПД.

## 3. Влияние городской среды на половой диморфизм

Городской образ жизни ведет к изменению множества факторов, напрямую или опосредованно связанных с городской средой. При этом направление влияния этих компонент может быть различным, зачастую, противоположным. На изученных примерах жителей Москвы, Харькова и Саранска при сопоставлении их с группами сельских жителей, показана достоверная макросомизация всех компонентов телосложения. В частности, увеличивается длина и масса тела, поперечные диаметры, обхваты, жировые складки. При этом изменение полового диморфизма определяется скоростью адаптации к городским условиям мужчин и женщин, которая в разных группах оказывается различной.

В группах русских и украинцев разной степени урбанизированности, обследованных в шестидесятых годах прошлого века, основным фактором, влияющим на изменение морфологии тела, было улучшение условий жизни, связанное с расширением доступных ресурсов при переезде в город. При этом женщины по всем показателям реагируют на такие условия значительно сильнее мужчин. В изученных группах по признакам, значения которых больше у мужчин, половой диморфизм в городе уменьшается за счет увеличения значений этих признаков у женской части выборки. По обхватам бедер и бедра, для которых характерны бóльшие значений у женщин, различия между полами усиливаются в условиях проживания в городе, то есть происходит еще большее увеличение значений этих признаков у женщин.

Иную картину можно наблюдать для молодых жителей Саранска, обследованных в 2016 году. Макросомизация телосложения городских жителей проявилась и в этом случае. Но соотношение скоростей адаптации у полов оказывается обратным – мужчины реагируют сильнее женщин. Это связано с иным сочетанием влияющих факторов, структуру которых определить не представляется возможным. За счет различной силы реакции полов значения КПД в городе оказываются больше. Важно отметить, что обнаруженные для группы Саранска закономерности выделяют этот город из общего тренда, свойственного урбанизированным населенным пунктам. По большинству признаков, половой

диморфизм в Саранске выше, чем в селах Мордовии. Возможно, это связано с особенностями выборки.

## 4. Изучение направлений адаптации в современных выборках Восточноевропейской равнины

Все предыдущие анализы не позволяют сделать заключение о влиянии пола на степень адаптационных возможностей. Поэтому необходим метод, позволяющий понять направление изменений. В работе были проанализированы группы современного молодого населения Восточноевропейской равнины. Серия одномерных и многомерных анализов, показала, что вариабельность по признакам телосложения в изученных группах носит адаптационный характер, но не приводит к дивергенции морфологических типов. Это позволяет принять усредненные по всем группам значения признаков за условный контрольный уровень, относительно которого происходят изменения региональных вариантов. Применение такого метода усреднения дает возможность определить степень статистической достоверности изменений и неслучайность наблюдаемых адаптационных процессов.

Важный вывод, который необходимо сделать: направление морфологической адаптации по абсолютным значениям признаков всегда согласовано между полами. Это значит, что во всех случаях достоверного отличия признаков от усредненного значения, морфологические изменения одинаковы для обоих полов, то есть происходит либо уменьшение, либо увеличение значения признака и у юношей, и у девушек. Изменение степени полового диморфизма может наблюдаться только за счет различной скорости изменения у полов.

В большинстве случаев, когда наблюдается достоверное отличие морфологических характеристик от средних значений, оказывается возможным определить, какой пол и какой морфологический комплекс реагирует сильнее. В результате такого рассмотрения не удается подтвердить предположение о большей сенситивности мужчин, т.к. в зависимости от конкретного фактора, увеличение скорости морфологических изменений может затрагивать как мужскую, так и женскую подгруппу популяции.

Межгрупповая изменчивость по признакам продольного развития скелета невелика, пол незначительно влияет на вариабельность этих признаков. Показано увеличение полового диморфизма в Москве и Саранске за счет большей скорости изменений у юношей. По комплексу признаков поперечного развития скелета и обхватным размерам жители Саранска и Архангельска отличаются в сторону увеличения различий между полами, а жители Москвы и Тирасполя, напротив, отличаются меньшими половыми различиями. По показателям развития жироотложения пол в значительной степени влияет на скорость адаптационных процессов. При этом бóльшая сенситивность одного из полов определяется конкретными условиями. Так в Москве и Самаре женщины сильнее реагируют на изменяющиеся условия. В Саранске, селах Мордовии и Тирасполе наоборот, сильнее реагируют мужчины. В сочетании с направлением морфологических изменений это приводит к уменьшению полового диморфизма в Москве, Саранске и Самаре, и увеличению полового диморфизма в селах Мордовии, Тирасполе.

На рисунке 3 показаны величины отличий по жировым складкам от усредненных значений, принятых за ноль в двух группах. На этом примере хорошо видно, что только величина различий между полами не отражает адаптационных процессов, происходящих в популяции и влияние пола на эти изменения.

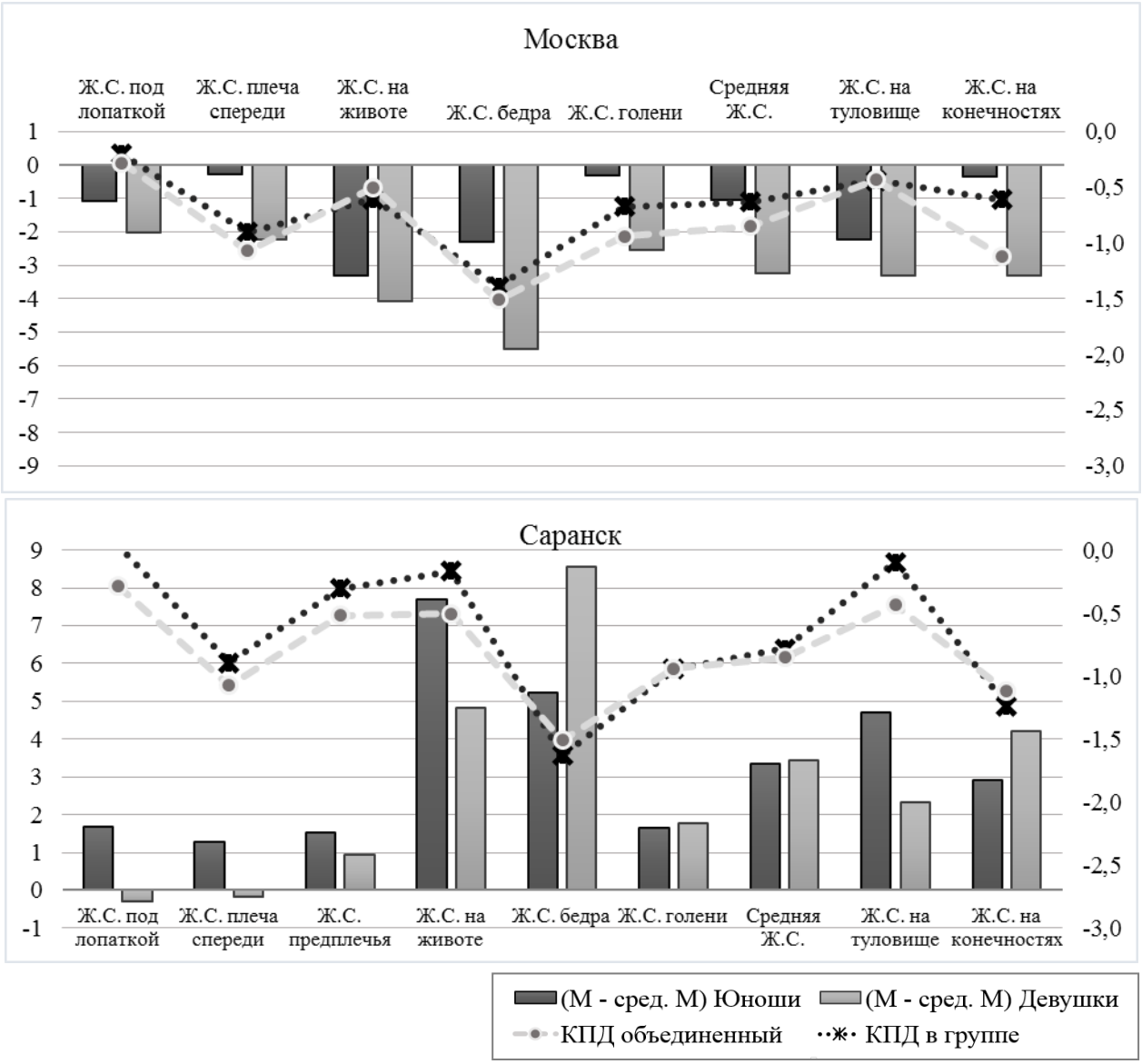


Рисунок 3. Величина отличий средних значений в группах от объединенных средних значений (мм) и динамика КПД по жировым складкам в Москве и Саранске

Условные обозначения: «М - сред. М» – разница между средним значением признака в территориальной группе и средним значением признака в объединенной группе. Величины различий между средними относятся к левой шкале значений, величины КПД относятся к правой шкале значений.

# ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Изучение морфологических признаков у мужчин и женщин в группах, различающихся по возрасту, степени климатического стресса, урбанизированности и другим внешним факторам позволяет определить влияние пола на вариабельность различных показателей телосложения.

На модельной группе из Беларуси показано, что возрастная динамика средних значений признаков у мужчин и женщин зависит от многих внешних параметров, таких как секулярный тренд, естественный отбор, связанный с влиянием жироотложения на заболевания сердечно-сосудистой системы, мышечная деградация в пожилом возрасте, накопление жироотложения у женщин и пр. Величина полового диморфизма определяется соотношением абсолютных значений признаков у мужчин и женщин, а также скоростью и направлением изменений средних значений. Рассматривая изменение только показателя полового диморфизма невозможно сделать заключение о «маскулинизации» или «феминизации» одного из полов. (маскулинность связана с женщинами, фемининность – с мужчинами. Отредактировать предложение. Маскулинность и фемининность лучше не применять к анализу только морфологических признаков, это комплекс параметров) Поэтому значимость половых различий необходимо интерпретировать только в связи с направлением изменения самого признака.

Изучение различий между полами показало, что этнические (региональные) особенности телосложения и возрастные изменения морфологии тела оказывает большее влияние на вариабельность показателей полового диморфизма по сравнению с климатическим фактором. Поэтому для определения влияния именно климатического фактора на показатели полового диморфизма, необходимо подбирать группы максимально однородные по остальным характеристикам, которые можно учесть на основании формальных показателей.

На примере молодого населения Восточноевропейской равнины показано, что комплекс факторов, складывающийся в определенных условиях проживания,

определяет направление и силу адаптации по разным морфологическим характеристикам. При этом изменения у юношей и девушек по различным компонентам телосложения всегда однонаправленные, но у каждого из полов различается сила реакции, что и обуславливает варьирование полового диморфизма.

Полученные результаты исследования позволяют сделать выводы о биологических закономерностях изменчивости степени полового диморфизма. В дальнейшем, изучение большего числа групп позволит вычленить отдельные факторы, определяющие направление и скорость адаптации у мужчин и женщин. Актуальным и востребованным продолжением данной работы может стать изучение полового диморфизма по физиологическим и биохимическим показателям. Это позволит определить влияние внутренних факторов на адаптационные возможности мужчин и женщин, выяснить, как регулируются наблюдаемые морфологические изменения, определить механизмы воздействия внешних факторов.

# ВЫВОДЫ

1. По обхватным размерам и жировым складкам мужчины наиболее ярко выделяются маскулинным вариантом телосложения в молодом возрасте до 35 лет. У женщин наибольшее развитие телосложения по женскому типу можно наблюдать в возрасте от 35 до 55 лет. (см. стр. 6)
2. Наблюдается зависимость степени полового диморфизма от климатических факторов. При повышении стресса, связанного с низкими среднегодовыми температурами и высокогорными районами проживания происходит увеличение полового диморфизма по характеристикам, определяющим мужской вариант телосложения и уменьшение полового диморфизма по признакам, определяющим женский тип фигуры.
3. Адаптация к городским условиям проживания выражается в макросомизации средних значений всех компонентов телосложения. Скорость приспособления у мужчин и женщин различается в зависимости от различных условий, что приводит к выраженному, но неоднозначному влиянию города на степень полового диморфизма по морфологическим признакам.
4. Предложенная методика определения направления адаптации относительно среднего уровня значений признаков позволяет выявить достоверные изменения по степени половых различий.
5. Показано, что бóльшую сенситивность по морфологическим показателям к изученным факторам среды могут проявлять и мужчины, и женщины. Изменение уровня полового диморфизма зависит от направления и соотношения скоростей морфологических изменений у разных полов.

## СПИСОК РАБОТ, ОПУБЛИКОВАННЫХ ПО ТЕМЕ ДИССЕРТАЦИИ

Основные положения диссертации изложены в 9 публикациях, 7 из которых индексируются в международных базах RSCI, Scopus и Web of Science. Общий объем – 60 страниц, на долю автора приходится 26,5 страниц.

1. **Зимина С.Н.**, Гончарова Н.Н., Негашева М.А. Изменчивость морфологических признаков под влияним городской среды у мужчин и женщин / **С.Н. Зимина**, Н.Н. Гончарова, М.А. Негашева // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2019. – № 2. – С. 15–25 (RSCI, IF 0,456) (доля автора 0,33).

2. Негашева М.А., **Зимина С.Н.**, Синева И.М., Юдина А.М. Особенности морфофункциональной адаптации студенческой молодежи, проживающей в разных городах России / М.А. Негашева, **С.Н. Зимина**, И.М. Синева, А.М. Юдина // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2018. – № 3. – С. 41–54 (RSCI, IF 0,456) (доля автора 0,25).

3. **Зимина С.Н.**, Гончарова Н.Н., Негашева М.А. Сравнение работоспособности показателей полового диморфизма (на примере антропологических исследований) / **С.Н. Зимина**, Н.Н. Гончарова, М.А. Негашева // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2017. – № 2. – С. 4–11 (RSCI, IF 0,456) (доля автора 0,33).

4. Negasheva M.A., **Zimina S.N.**, Lapshina N.E., Sineva I.M. Express estimation of the biological age by the parameters of body composition in men and women over 50 years / M.A. Negasheva, **S.N. Zimina**, N.E. Lapshina, I.M. Sineva // Bulletin of Experimental Biology and Medicine. – 2017. – Vol. 163, no. 3. – P. 405–408 (Scopus, Web of Science, IF 0, 56) (доля автора 0,25).

5. **Зимина С.Н.**, Гончарова Н.Н., Саливон И.И., Негашева М.А. Влияние биосоциальных факторов на уровень полового диморфизма в современных популяциях городского и сельского населения / **С.Н. Зимина**, Н.Н. Гончарова, И.И. Саливон, М.А. Негашева // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2015. – № 2. – С. 34–44 (RSCI, IF 0,456) (доля автора 0,25).

6. **Zimina S.N.**, Goncharova N.N. The analysis of methods of gender dimorphism assessment by example of adult belarussian population / **S.N. Zimina**, N.N. Goncharova // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2014. – №. 3. – P. 102–102. (RSCI, IF 0,456) (доля автора 0,2).

7. **Зимина С.Н.**, Гончарова Н.Н., Негашева М.А. Особенности построения антропологических стандартов для мужчин и женщин на примере современной московской молодежи / **С.Н. Зимина**, Н.Н. Гончарова, М.А. Негашева // Вестник Московского университета. Серия 23. Антропология. – 2013. – № 3. – С. 88–102 (RSCI, IF 0,456) (доля автора 0,33).

Статьи, опубликованные в рецензируемых научных журналах, продолжающихся изданиях и сборниках:

8. **Зимина С.Н.**, Саливон И.И. Возрастные и географические вариации степени полового диморфизма на примере сельского населения Белоруссии / **С.Н. Зимина**, И.И. Саливон // Физическая антропология: методики, базы данных, научные результаты. – Санкт-Петербург. – 2014. – С. 121–129. (доля автора 0,5).

9. **Зимина С.Н.**, Саливон И.И., Окушко Р.В. Сравнительные характеристики уровня полового диморфизма т в выборках городского и сельского населения / **С.Н. Зимина**, И.И. Саливон, Р.В. Окушко // Актуальные вопросы антропологии. – Минск: Беларуская навука.– 2014. – Т. 9. – С. 175–190. (доля автора 0,33).