



Миронов Б.Н., Евсеев Е.А.

СПбГУ, Университетская наб., 7–9, Санкт-Петербург, 199034, Россия

## МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ДИНАМИКИ ДЛИНЫ ТЕЛА РОССИЙСКИХ МУЖЧИН В XX ВЕКЕ

**Введение.** В статье представлены результаты математического анализа динамики длины тела мужского населения России в возрасте 17 лет и старше в 1901–2005 гг. Новизна статьи состоит в том, что самая большая база антропометрических данных о россиянах XX века изучается с помощью методов многофакторного корреляционно-регрессионного анализа динамических рядов.

**Материалы и методы.** В исследовании использованы индивидуальные сведения о росте 1 519 037 мужчин в возрасте 17 лет и старше, родившихся в 1901–2005 гг., на 91% русских, обследованных главным образом при наборе в армию по программе, включавшей измерение тотальных размеров тела. Динамические ряды длины тела и факторных переменных анализировались посредством корреляционно-регрессионного анализа с целью идентификации факторов, объясняющих динамику роста в XX в., и построения модели множественной регрессии.

**Результаты.** Множественный корреляционно-регрессионный анализ динамики длины тела в зависимости от 16 экономических, социальных, демографических и экологических факторов по годовым (с лагом и без лага), по средним 5-летним и 20-летним показателям дал важные в методическом и содержательном отношении результаты. Построены четыре регрессионные модели для каждого типа данных. Наиболее интересные результаты дает модель изменчивости годовых показателей роста с учетом лага и модель изменчивости средних 5-летних показателей о росте. Первая объясняет 51 % вариативности роста мужчин по годам, вторая – 78 % вариативности роста мужчин по пятилетиям в 1950–2005 гг.

**Заключение.** Результаты математико-статистического и теоретического анализа в основном совпадают, что подтверждает надежность и релевантность того и другого.

**Ключевые слова:** ауксология человека; Россия XX века; база больших антропометрических данных; динамика длины тела мужчин; факторы динамики роста; многофакторный корреляционно-регрессионный анализ динамических рядов

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-3-1

### Введение

Динамика и причины изменения размеров тела человека – наиболее интенсивно изучаемые проблемы в современной ауксологии. Основательный обзор литературы по этим вопросам выполнен А.А. Хафизовой [Хафизова, 2022, с. 17–37] (список литературы включает 428 работ) и Л.С. Лебедевой [Лебедева, 2024, с. 10–16] (список литературы включает 235 работ). В исследованиях широко применяются разнообразные математико-статисти-

ческие методы, чаще других – корреляционно-регрессионный анализ. Хорошее представление о современной методологии дает фундаментальный справочник «The Oxford Handbook of Economics and Human Biology», подготовленный 48 ведущими мировыми ауксологами [The Oxford..., 2016].

Многофакторный корреляционно-регрессионный метод используется главным образом при анализе персональных, межрегиональных и межстрановых антропометрических показателей

[Хафизова, 2022; Лебедева, 2024; Baten, Blum, 2012; Grasgruber et al., 2016; Baten et al., 2019; Grasgruber, Hrazdírka, 2020; Bogin, 2021a; Harris, 2021], но в анализе динамических рядов встречается намного реже вследствие больших методических трудностей. Проблема заключается в том, что во временных рядах часто присутствуют тренд и автокорреляция – последующие уровни ряда зависят от предыдущих. Например, показатели ВВП, демографических процессов, стратификации, образования и других факторов зависят от их уровня в предыдущие годы. Автокорреляция, с одной стороны, преувеличивает значение коэффициентов корреляции, а с другой стороны, нарушает одно из условий применения корреляционного метода – отдельные наблюдения в рядах динамики должны быть независимыми. В силу этого для анализа временных рядов требуется их преобразовать таким образом, чтобы устранить тренд и автокорреляцию. Именно так поступают зарубежные исследователи [Baten, 2000; Көрке, Baten, 2005; Көрке, 2016]. Применение корреляционно-регрессионного метода для анализа динамического ряда без устранения автокорреляции дает результаты, которые не поддаются адекватной интерпретации и статистическую достоверность которых невозможно правильно оценить. Это убедительно продемонстрировано в диссертации А.А. Хафизовой [Хафизова, 2022], посвященной влиянию социально-экономических факторов на эпохальное изменение длины тела, массы тела, ИМТ, обхвата груди и других показателей.

## Материалы и методы

В статье анализируется динамика длины тела мужского населения в 1901–2005 гг. с помощью многофакторного корреляционно-регрессионного метода. Привлечены индивидуальные сведения о росте около 2 млн мужчин в возрасте 17 лет и старше из базы данных (далее БАД), созданной автором [Миронов, 2025]. Проверка показала, что их распределение по росту и весу в отдельных демографических когортах близко к нормальному, а социально-демографические характеристики респондентов в выборках отличаются однородностью. В значительной степени это объясняется тем, что на две трети база данных состоит из сведений о новобранцах. Нормальность и однородность состава выборок в отдельные годы обеспечивает объективность, репрезентативность и надежность содержащейся в БАД информации и позволяет получить адекват-

## 6

ное представление о вековой тенденции длины тела без дополнительной стандартизации регионального, социального, возрастного и национального состава выборок в отдельные годы. Подробные сведения о БАД см: [Миронов, Евсеев, 2025].

Изменения длины тела мужчин в XX в. в предельно обобщенном виде представлены в таблице 1.

В нашей базе данных средняя длина тела мужчин в возрасте от 17 лет и старше примерно соответствует дефинитивному росту, достигаемому ими в диапазоне 21–25 лет, – различие составляет менее 1% (табл. 2).

Из приведенных данных следует, что в анализе использованы данные в основном тех мужчин, которые достигли конечного роста, и что полученные результаты относятся главным образом к этой категории лиц.

Начнем математический анализ с отбора факторов и их эмпирических операционных показателей. Физическое развитие человека определяется условиями жизни в семье, которые включают много факторов, среди которых особенно важную роль играют: (1) доход, (2) питание, (3) уход и расходы на содержание детей, (4) качество медицинского обслуживания, (5) общий уровень культуры, (6) аутбридинг – распространенность неродственных браков, которые влияют на изменчивость антропометрических признаков, (7) экология, (8) социально-экономическая, политическая и психоэмоциональная среда (SEPE). Для каждого фактора существует много эмпирико-операционных показателей. Первоначально мы отобрали 42 показателя, относящихся к России в целом за каждый год изучаемого периода 1901–2005 гг. Затем из них выбрали 16 наиболее значимых, опираясь на результаты корреляционного и содержательного анализа зависимости между длиной тела и каждым показателем:

Аборты (число абортотворцев на 100 родившихся живыми в год).

ВВП (валовой внутренний продукт на душу населения по паритету покупательной способности в долларах США 1990 г. в год, 1950 г. = 100).

Возраст матери (средний возраст матери в данном поколении при рождении детей, лет).

Доходы (реальные доходы на душу населения в год, 1950 г. = 100).

Межнациональные браки (в % от общего числа браков).

Нетто-коэффициент воспроизводства населения (среднее число девочек, рожденных одной женщиной данного поколения).

**Таблица 1. Средняя длина тела российских мужчин в возрасте 17 лет и старше в 1902–2000 гг. (см)**

**Table 1. Average height of Russian men aged 17 and older in Russia in 1902–2000 (cm)**

Годы рождения	Длина тела	Годы рождения	Длина тела	Годы рождения	Длина тела	Годы рождения	Длина тела
1902–1905	166,4	1926–1930	167,5	1951–1955	174,3	1976–1980	176,9
1906–1910	167,3	1931–1935	168,1	1956–1960	175,4	1981–1985	176,9
1911–1915	169,0	1936–1940	170,4	1961–1965	175,9	1986–1990	177,4
1916–1920	168,7	1941–1945	172,9	1966–1970	176,5	1991–1995	177,6
1921–1925	168,0	1946–1950	173,8	1971–1975	177,0	1996–2000	177,5

Примечания. Источники указаны в: [Миронов, Евсеев, 2025].

Notes. Sources cited in: [Mironov, Evseev, 2025].

**Таблица 2. Различие между дефинитивной и средней длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше в 1911–2000 гг.**

**Table 2. Difference between the defined and mean height of males aged 17 and over, 1911–2000**

Годы	Длина тела (см) в возрасте		Разница	
	17+ лет	21–25 лет	в см	в %
1911–1920	168,9	168,8	–0,1	0,06
1921–1930	167,2	168,5	1,3	0,78
1931–1940	169,7	170,6	1,0	0,53
1941–1950	173,8	175,1	1,3	0,75
1951–1960	175,5	176,4	0,9	0,51
1961–1970	176,9	177,5	0,6	0,34
1971–1980	177,5	178,2	0,8	0,39
1981–1990	177,4	177,7	0,4	0,17
1991–2000	177,6	178,2	0,6	0,34

Образование (число лет обучения человека данного поколения в возрасте 10 лет и старше).

Питание (потребление мясных продуктов на душу населения в год, кг).

Поголовье скота (поголовье крупного рогатого скота на душу населения, голов).

Продолжительность жизни (продолжительность предстоящей жизни при рождении у представителя данного поколения, лет).

Реальная зарплата (индекс реальной зарплаты в народном хозяйстве на одного работающего в год, 1950 = 100).

Рождаемость (число рождений на 1000 человек населения в год, ‰).

Стратификация (разделение самодеятельного населения на 10 социальных групп).

Суммарная рождаемость (число детей, рожденных одной женщиной данного поколения в течение репродуктивного периода).

Товарооборот (розничный товарооборот в сопоставимых ценах на душу населения, руб.).

Урбанизация (доля городского населения в %).

Преимущество отдавалось тем показателям, у которых наблюдалась более тесная связь с ростом, – такие показатели по общему правилу являются наиболее информативными. Учитывались также возможности теоретической, эмпирической и операциональной интерпретации полученных результатов.

Роль отдельных факторов в изменении роста россиян оценивалась с помощью корреляционного анализа всех 16 динамических показателей порознь и вместе для годовичных, 5-летних и 20-летних интервалов. Методика подробно рассмотрена в статье [Миронов, 2025].

## Результаты и обсуждение

Проведенные расчеты связи между ростом и факторными переменными дали противоречивые результаты. Анализ **погодных** значений длины тела мужчин и факторных переменных *в исходном виде* говорит о наличии статистически достоверной связи между **ростом** и большинством факторных переменных *на год рождения* (табл. 3).

**Таблица 3. Корреляционный анализ факторов изменения длины тела российских мужчин в возрасте 17 лет и старше по годам в 1950–2005 гг.**

**Table 3. Correlation analysis of factors affecting growth changes in Russian men aged 17 and older by year in 1950–2005**

Переменные	Коэффициенты корреляции Пирсона			Коэффициенты корреляции Спирмена		
	По исходным данным	По первым разностям	Частный коэффициент корреляции*	По исходным данным	По первым разностям	Частный коэффициент корреляции*
1. Аборты	<b>0,840</b>	<b>0,267</b>	0,025	<b>0,611</b>	<b>0,312</b>	-0,110
2. ВВП	<b>0,702</b>	-0,073	-0,186	<b>0,609</b>	0,018	-0,066
3. Возраст матери	<b>-0,859</b>	<b>0,350</b>	-0,255	<b>-0,776</b>	<b>-0,382</b>	-0,118
4. Межнациональные браки	<b>0,659</b>	-0,007	0,003	<b>0,532</b>	0,085	0,055
5. Нетто-коэффициент	<b>-0,610</b>	-0,112	-0,032	<b>-0,566</b>	-0,119	-0,150
6. поголовье скота	<b>0,430</b>	0,139	0,075	<b>0,435</b>	0,209	0,185
7. Питание	<b>0,792</b>	-0,010	-0,011	<b>0,682</b>	0,066	-0,121
8. Продолжительность жизни	<b>0,796</b>	0,199	0,178	<b>0,483</b>	0,233	0,248
9. Реальная зарплата	<b>0,419</b>	-0,170	0,288	<b>0,391</b>	-0,187	0,197
10. Доходы	<b>0,353</b>	-0,187	-0,013	<b>0,516</b>	<b>-0,325</b>	0,072
11. Рождаемость	<b>-0,753</b>	-0,144	-0,103	<b>-0,618</b>	-0,233	-0,173
12. Товарооборот	<b>0,542</b>	<b>-0,275</b>	<b>-0,433</b>	<b>0,510</b>	<b>-0,647</b>	<b>-0,539</b>
13. Стратификация	<b>-0,371</b>	-0,028	-0,114	-0,179	0,028	-0,005
14. Суммарная рождаемость	<b>-0,663</b>	-0,038	0,141	<b>-0,569</b>	-0,081	0,140
15. Урбанизация	<b>0,798</b>	<b>0,283</b>	0,095	<b>0,649</b>	<b>0,304</b>	-0,047
16. Образование	0,148	0,258	0,176	0,043	0,157	0,005
Средняя величина статистически значимых коэффициентов корреляции**	0,639	0,294	0,433	0,568	0,331	0,235

Примечания. \* – Рассчитан по первым разностям факторных переменных; \*\* – по абсолютным значениям (без учета знака).

В данной и всех других таблицах полужирным шрифтом выделены статистически значимые коэффициенты корреляции на уровне 0,05 или меньше.

Notes. \* – Calculated by the first differences of factor variables; \*\* – by absolute values (without taking into account the sign).

In this and all other tables, statistically significant correlation coefficients at the 0.05 level or less are highlighted in bold.

Источники: [Народное хозяйство РСФСР..., 1957–1991; Народное хозяйство РСФСР за 70 лет..., 1987; РСФСР за 40 лет..., 1957; РСФСР за 50 лет..., 1967; Регионы России..., 1997–2001; Регионы России..., 2002–2024].

Sources: [National economy of the RSFSR in..., 1957–1991; National economy for 70 years..., 1987; RSFSR for 40 years ..., 1957; RSFSR for 50 years ..., 1967; Regions of Russia..., 1997–2001; Regions of Russia..., 2002–2024].

Почти все парные коэффициенты корреляции Пирсона демонстрируют большой эффект – значительны по абсолютной величине (7 из 16 превышают 0,7) и статистически значимы, причем коэффициенты Пирсона превышают по абсолютному значению коэффициенты Спирмена. Если их ранжировать, то порядок факторных переменных согласно корреляции Пирсона будет иным, чем по коэффициенту Спирмена. Например, Пирсон оценивает переменную «стратификация» статистически значимой, а Спирмен – нет. Средняя величина коэффициентов корреля-

ции по методу и Пирсона, и Спирмена оценивается как большая.

Анализ динамических рядов, освобожденных от тренда (для очищения рядов от эффекта тренда использовались первые разности), дает совершенно другую картину. Коэффициенты корреляции Пирсона для первых разностей заметно меньше парных коэффициентов; их средний эффект можно охарактеризовать как небольшой, и лишь четыре коэффициента статистически значимы (у Спирмена – пять). Частные коэффициенты корреляции для этих рядов в подавляющем

**Таблица 4. Частные коэффициенты корреляции Пирсона между факторными переменными и средней длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше по годам в 1950–2005 гг.**  
**Table 4. Partial Pearson correlation coefficients between factor variables and mean height of males aged 17 years and older by year in 1950–2005**

Переменная	Частный коэффициент корреляции в модели с 16 факторами	Частный коэффициент корреляции в модели с 4 факторами
3. Возраст матери	-0,255	<b>-0,362</b>
9. Реальная зарплата	0,288	<b>0,351</b>
12. Товарооборот	<b>-0,433</b>	<b>-0,400</b>
16. Образование	0,176	0,246

большинстве случаев крайне незначительны по абсолютному значению и не могут объяснить годовые колебания длины тела мужчин в 1950–2005 гг., что может быть обусловлено не только содержательными причинами, но и высоким порядком частных коэффициентов корреляции.

Модель множественной регрессии для рядов первых разностей показывает неплохие результаты эффекта: коэффициент множественной корреляции равен 0,49; в не объясненных моделью данных о длине тела (в остатках регрессионной модели) нет автокорреляции и неоднородности (гетероскедастичности), нет мультиколлинеарности. Три факторные переменные (возраст матери, зарплата работающих и розничный товарооборот) статистически значимо объясняют 23,5% годовых колебаний роста, как указывает скорректированный коэффициент детерминации. Добавление переменной «образование» (значимой на уровне 10%) заметно улучшает объяснительную модель: множественный коэффициент детерминации вырос до 28,1%; частные коэффициенты корреляции и их статистическая значимость также возросли (табл. 4).

Сдвиг факторных переменных на 5 лет назад относительно длины тела мало влияет на регрессионную модель первичных (исходных) данных, но существенно изменяет модель первых разностей (табл. 5).

Абсолютная величина коэффициентов корреляции первых разностей и частных коэффициентов корреляции возросла и находилась в интервале 0,3–0,45. Число статистически значимых переменных в регрессионной модели увеличилось с 4 до 6: модель, включающая возраст матери, заработную плату, доход и урбанизацию, стала объяснять 51,3% вариативности длины тела. В остатках регрессионной модели нет автокорреляции, не зафиксирована мультиколлинеарность.

Сдвиг факторных переменных на 10 лет также увеличивает коэффициент множественной

детерминации, хотя и на меньшую величину, – модель объясняет 36,9% изменчивости длины тела. Статистически значимые факторные переменные демонстрируют средний размер эффекта для частных коэффициентов детерминации. Отсюда можно сделать вывод, что годовые данные в случае учета факторных переменных со сдвигом (особенно 5-летним) демонстрируют достаточно четко выраженную корреляционную связь с длиной тела для рядов, составленных из первых разностей, благодаря чему регрессионная модель объясняет более половины (51,3%) вариативности длины тела во времени.

Процесс физического развития человека имеет специфику. Дефинитивный рост – это конечный результат, кумулятивный эффект постепенного и долгого, в течение 18–20 лет, накопления человеком биологических ресурсов в процессе физического развития. Поэтому представляется целесообразным перейти от анализа годовых данных о факторных переменных к анализу многолетних данных.

Сначала оценим связь между дефинитивным ростом мужчин и средним 20-летним значением факторных переменных. В XX в. у большинства мужчин и женщин период физического созревания заканчивался к 20 годам. В силу этого рост 20-летних людей можно принять за конечный. Поскольку он сформировался под влиянием факторов, воздействовавших на него в течение 20 лет, то логично искать статистическую связь между дефинитивным ростом и средними 20-летними значениями факторных переменных. Например, мы коррелируем дефинитивный рост мужчин в 1969 г., а потребление мясных продуктов, суммарную рождаемость, долю городского населения и всех прочих факторных переменных – в среднем за 20 предшествующих лет, в 1950–1969 гг. На основе содержательного и корреляционного анализа из 16 факторов выбрали 9 (табл. 6).

Таблица 5. Коэффициенты корреляции между факторными переменными и средней длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше по годам в 1950–2005 гг. (при сдвиге факторных переменных на 5 лет назад относительно длины тела)

Table 5. Correlation coefficients between factor variables and the average height of men aged 17 years and older by year in 1950–2005 (with a shift of factor variables by 5 years back relative to body length)

Переменные	Коэффициент корреляции Пирсона			
	Первые разности без сдвига	Первые разности, сдвиг на 5 лет	Частный коэффициент корреляции без сдвига*	Частный коэффициент корреляции, сдвиг на 5 лет*
1. Аборты	<b>0,267</b>	<b>0,431</b>	0,025	0,147
2. ВВП	-0,073	-0,017	-0,186	-0,006
3. Возраст матери	<b>0,350</b>	<b>0,375</b>	-0,255	-0,326
4. Межнациональные браки	-0,007	0,164	0,003	0,271
5. Нетто-коэффициент	-0,112	-0,164	-0,032	0,116
6. поголовье скота	0,139	0,235	0,075	0,199
7. Питание	-0,010	0,002	-0,011	-0,007
8. Продолжительность жизни	0,199	-0,017	0,178	0,103
9. Реальная зарплата	-0,170	-0,266	0,288	0,315
10. Доходы	-0,187	<b>-0,450</b>	-0,013	-0,182
11. Рождаемость	-0,144	-0,235	-0,103	<b>-0,373</b>
12. Товарооборот	<b>-0,275</b>	0,216	<b>-0,433</b>	<b>0,446</b>
13. Стратификация	-0,028	0,097	-0,114	0,024
14. Суммарная рождаемость	-0,038	-0,129	0,141	0,292
15. Урбанизация	<b>0,283</b>	<b>0,302</b>	0,095	0,248
16. Образование	0,258	-0,017	0,176	-0,225
Средняя величина статистически значимых коэффициентов корреляции**	0,294	0,355	0,433	0,410

Примечания. \* — Рассчитан по первым разностям факторных переменных; \*\* — по абсолютным значениям (без учета знака).

Notes. \* — Calculated based on the first differences of factor variables; \*\* — based on absolute values (without taking into account the sign).

Таблица 6. Коэффициенты корреляции между конечной длиной тела мужчин и 20-летними значениями факторных переменных в 1950–2005 гг.

Table 6. Correlation coefficients between final male height and 20-year values of factor variables, 1950–2005

Переменные	Коэффициенты корреляции Пирсона			Коэффициенты корреляции Спирмена		
	Исходные данные	Первые разности	Частный коэффициент корреляции*	Исходные данные	Первые разности	Частный коэффициент корреляции*
1. Питание	-0,031	0,327	0,189	0,211	0,300	0,202
2. Суммарная рождаемость	<b>0,495</b>	0,202	0,302	0,289	0,096	0,189
3. Урбанизация	-0,255	<b>0,340</b>	0,313	-0,230	<b>0,365</b>	-0,288
4. Продолжительность жизни	0,185	0,239	0,246	0,132	<b>0,411</b>	-0,211
5. Товарооборот	<b>0,426</b>	<b>0,330</b>	0,315	<b>0,353</b>	<b>0,333</b>	0,098
6. ВВП	0,140	0,268	<b>-0,487</b>	0,261	0,249	-0,205
7. Доходы.	<b>-0,406</b>	<b>-0,344</b>	<b>-0,551</b>	-0,225	-0,181	0,264
8. Межнациональные браки	<b>-0,369</b>	0,215	-0,223	-0,230	0,239	-0,288
9. Образование	<b>0,866</b>	<b>0,456</b>	-0,326	<b>0,666</b>	<b>0,336</b>	-0,032
Средняя величина статистически значимых коэффициентов корреляции**	0,512	0,368	0,519	0,510	0,371	нет

Примечания. \* — Рассчитан по первым разностям; \*\* — по абсолютным значениям (без учета знака).

Notes: \* — Calculated by the first differences; \*\* — by absolute values (without taking into account the sign).

**Таблица 7. Частные коэффициенты корреляции Пирсона между средними 20-летними значениями 9 факторных переменных в 1950–2005 гг.\***  
**Table 7. Partial Pearson correlation coefficients between 20-year averages of 9 factor variables in 1950–2005\***

Переменные	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1. Питание		0,995	0,799	<b>0,041</b>	<b>0,037</b>	<b>0,001</b>	0,524	0,333	0,064
2. Суммарная рождаемость	-0,001		<b>0,000</b>	0,549	<b>0,003</b>	0,053	0,751	0,343	<b>0,006</b>
3. Урбанизация	-0,050	<b>-0,644</b>		0,065	<b>0,017</b>	<b>0,000</b>	0,088	0,525	<b>0,047</b>
4. Продолжительность жизни	<b>0,382</b>	-0,116	0,347		0,129	<b>0,037</b>	0,418	<b>0,030</b>	0,430
5. Товарооборот	<b>0,389</b>	<b>0,530</b>	<b>0,440</b>	-0,288		0,176	0,134	0,359	0,712
6. ВВП	<b>0,580</b>	0,363	<b>0,751</b>	<b>-0,388</b>	-0,258		0,400	0,820	<b>0,010</b>
7. Доходы	0,123	0,062	-0,322	0,156	0,285	0,162		0,654	<b>0,000</b>
8. Межнациональные браки	-0,186	0,183	0,123	<b>0,404</b>	0,177	-0,044	-0,087		0,738
9. Образование	0,348	<b>0,497</b>	<b>0,373</b>	-0,152	-0,072	<b>-0,472</b>	<b>-0,627</b>	-0,065	

Примечания. \* – В нижнем треугольнике таблицы указаны коэффициенты корреляции, из них выделенные полужирным являются статистически значимыми; в верхнем треугольнике указана статистическая значимость коэффициентов, выделенные полужирным имеют высокую значимость.

Notes. \* – The lower triangle of the table shows the correlation coefficients, of which those highlighted in bold are statistically significant; the upper triangle shows the statistical significance of the coefficients, those highlighted in bold are highly significant.

Только пять из девяти парных коэффициентов корреляции Пирсона и два из девяти Спирмена статистически значимы, и лишь коэффициент между длиной тела и образованием показывает большой уровень эффекта. При дифференцировании число значимых факторных переменных у Пирсона и Спирмена уменьшается до четырех и уровень эффекта снижается. Остается всего два значимых частных коэффициента корреляции Пирсона, а среди коэффициентов Спирмена нет ни одного. Каждая группа коэффициентов идентифицирует значимые переменные по-разному, но чаще встречаются образование, товарооборот, доходы и урбанизация, хотя и небольшие по абсолютной величине корреляционных коэффициентов.

В ходе анализа выделены три наиболее важные факторные переменные: суммарная рождаемость, урбанизация и ВВП. Но их совместное влияние объясняет вариацию длины тела мужчин, как показывает множественный коэффициент детерминации, лишь на 18,4% – и это наилучший результат. Характерно, что в этой регрессионной модели наблюдается высокая мультиколлинеарность. Если же судить о коллинеарности по парным коэффициентам корреляции первых разностей Пирсона, то она умеренная: средний коэффициент всей корреляционной матрицы равен 0,290, а средняя величина статистически значимых коэффициентов – лишь 0,498 (табл. 7). Таким образом, корреляционно-регрессионный анализ средних факторных перемен-

ных за каждые 20 лет не позволяет построить адекватную объяснительную регрессионную модель вариативности длины тела.

Переходим к анализу корреляции между средними 5-летними данными о росте и факторными переменными (табл. 8).

В рядах исходных данных *парные коэффициенты* корреляции Пирсона и Спирмена в большинстве случаев демонстрируют значительный размер эффекта, что, однако, может быть вызвано их общими трендами или мультиколлинеарностью. *Частные коэффициенты* корреляции Пирсона также показывают существенный размер эффекта, коэффициенты Спирмена – средний эффект. К сожалению, не представляется возможным оценить их статистическую значимость вследствие недостаточности сведений для такой обширной совокупности из 16 факторов. Однако коэффициенты корреляции **первых разностей** позволили идентифицировать семь статистически значимых факторных переменных (1, 3, 7, 8, 11, 15 и 16-я). На основе этой совокупности можно сформировать модель из шести переменных, представляющих теоретически главные факторы, влияющие на динамику средней длины тела мужчин, и оценить статистическую значимость частных коэффициентов корреляции (табл. 9).

Эти шесть факторных переменных в различных комбинациях объясняют от 58 до 78% вариации роста мужчин по пятилетиям в 1950–2005 гг. (табл. 10).

**Таблица 8. Корреляционный анализ факторов динамики длины тела российских мужчин в возрасте 17 лет и старше по 5-летиям в 1950–2005 гг.**  
**Table 8. Correlation analysis of factors of growth dynamics of Russian men aged 17 years and older by 5 years in 1950–2005**

Переменные	Коэффициенты корреляции Пирсона			Коэффициенты корреляции Спирмена		
	Исходные данные	Первые разности	Частный коэффициент корреляции*	Исходные данные	Первые разности	Частный коэффициент корреляции*
1. Аборты	<b>0,910</b>	<b>0,831</b>	0,837	<b>0,657</b>	<b>0,827</b>	0,443
2. ВВП	<b>0,797</b>	0,140	0,258	<b>0,643</b>	0,118	–0,201
3. Возраст матери	<b>–0,913</b>	<b>–0,758</b>	–0,911	<b>–0,902</b>	–0,491	0,069
4. Межнациональные браки	<b>0,760</b>	0,198	–0,989	<b>0,692</b>	0,155	–0,260
5. Нетто-коэффициент	<b>–0,691</b>	–0,242	–0,979	<b>–0,690</b>	–0,327	–0,132
6. поголовье скота	0,412	0,505	0,892	0,385	0,500	0,755
7. Питание	<b>0,880</b>	0,289	–0,920	<b>0,650</b>	<b>0,618</b>	–0,482
8. Продолжительность жизни	<b>0,893</b>	<b>0,621</b>	–0,899	0,545	<b>0,664</b>	0,110
9. Зарплата	<b>0,585</b>	–0,088	0,215	0,476	0,115	–0,637
10. Доходы	0,500	–0,036	–0,424	<b>0,629</b>	0,248	0,226
11. Рождаемость	<b>–0,834</b>	–0,592	0,440	<b>–0,741</b>	<b>–0,700</b>	0,686
12. Товароборот	<b>0,666</b>	–0,007	0,446	0,573	0,030	0,360
13. Стратификация	–0,560	–0,108	–0,955	–0,308	–0,164	–0,629
14. Суммарная рождаемость	<b>–0,752</b>	–0,363	–0,996	<b>–0,706</b>	–0,391	–0,192
15. Урбанизация	<b>0,870</b>	<b>0,615</b>	–0,209	<b>0,776</b>	<b>0,655</b>	0,478
16. Образование	0,030	<b>0,728</b>	–0,967	0,091	0,400	0,242
Средняя величина статистически значимых коэффициентов корреляции**	0,796	0,681	нет	0,709	0,693	нет

Примечания. \* – Рассчитан по первым разностям; \*\* – по абсолютным значениям (без учета знака).  
 Notes. \* – Calculated by the first differences; \*\* – by absolute values (without taking into account the sign).

**Таблица 9. Коэффициенты частной корреляции Пирсона между длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше и факторными переменными по средним 5-летним данным за 1950–2005 гг.**

**Table 9. Pearson partial correlation coefficients between height of males aged 17 years and older and factor variables based on 5-year average data for 1950–2005**

Факторные переменные	Длина тела мужчин	1	2	3	4	5	6
1. Аборты	<b>0,826</b>	1,00					
2. Возраст матери	–0,710	–0,468	1,00				
3. Продолжительность жизни	<b>0,886</b>	<b>0,931</b>	0,619	1,00			
4. Рождаемость	<b>–0,875</b>	<b>–0,933</b>	–0,194	<b>0,805</b>	1,00		
5. Урбанизация	0,571	0,274	–0,481	–0,034	0,469	1,00	
6. Образование	0,490	–0,161	<b>–0,719</b>	0,312	0,011	–0,224	1,00

Отсюда следует, что эффект влияния шести идентифицированных факторных переменных на динамику длины тела мужчин можно охарактеризовать как большой – их объяснительная сила высокая. Совокупность различных регрессионных моделей выглядит достаточно стабильно: коэффициенты значимы при одних и тех же переменных, их абсолютные величины практически одинаковы, знаки совпадают. В остатках регрессионной

модели нет автокорреляции, есть однородность, не замечена проблема мультиколлинеарности. Учитывая, что модели статистически значимы в целом, со статистически значимыми коэффициентами и отсутствием эффекта мультиколлинеарности, можно с достаточной уверенностью заключить, что построенная математическая модель хорошо объясняет динамику средней длины тела в популяции по 5-летиям в 1950–2005 гг.

**Таблица 10. Множественные коэффициенты детерминации между длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше и 6 факторными переменными в разных комбинациях по средним пятилетним данным за 1950–2005 гг.\***

**Table 10. Multiple coefficients of combination between height of males aged 17 and over and 6 factor variables in different combinations based on five-year average data for 1950–2005\***

Модель	Множественный коэффициент детерминации	Скорректированный множественный коэффициент детерминации
1	0,906	0,779
2	0,907	0,776
3	0,815	0,627
4	0,838	0,624
5	0,836	0,580

Примечания. \* – Факторные переменные: аборты, средний возраст матери при рождении детей, продолжительность жизни, рождаемость, урбанизация, образование.

Notes. \* – Factor variables: abortions, average age of mother at birth, life expectancy, fertility, urbanization, education.

**Таблица 11. Коэффициенты парной корреляции Пирсона между длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше и 8 факторными переменными по годам за 1901–2005 гг.**

**Table 11. Pearson correlation coefficients between height of males aged 17 and over and 8 factor variables by year for 1901–2005**

Переменные	Коэффициент корреляции Пирсона				
	Исходные данные	Первые разности без лага	Первые разности, лаг 5 лет	Частный коэффициент корреляции без лага*	Частный коэффициент корреляции лаг 5 лет*
Общий коэффициент рождаемости, ‰	<b>-0,93</b>	0,01	0,00	-0,11	-0,30
Общий коэффициент смертности, ‰	<b>-0,88</b>	0,15	-0,11	-0,06	-0,23
Естественный прирост населения, ‰	<b>-0,74</b>	-0,16	0,06	-0,02	0,08
Младенческая смертность, ‰	<b>-0,93</b>	-0,05	-0,10	-0,01	-0,08
Валовой сбор зерновых, млн т	<b>0,66</b>	-0,01	0,01	0,26	-0,22
Поголовье крупного рогатого скота, млн голов	<b>0,67</b>	-0,03	0,13	0,10	-0,04
Доля городского населения в СССР, %	<b>0,96</b>	0,03	0,11	0,18	0,25
Среднее число обучения человека, лет	<b>0,81</b>	<b>0,47</b>	-0,03	0,00	0,23
Средняя величина коэффициентов корреляции по абсолютным значениям	0,82	0,12	0,07	0,09	0,18

Примечания. \* – Рассчитан по первым разностям.

Notes. \* – Calculated by the first differences.

Провести подобный анализ для всего изучаемого периода, 1901–2005 гг., удалось, только для восьми факторных переменных (табл. 11).

Результаты корреляционно-регрессионного анализа по этим восьми факторным переменным в исходных показателях за 1901–2005 гг. и за 1950–

2005 гг. оказались похожими. Парные коэффициенты Пирсона были даже выше, чем в 1950–2005 гг. Однако мультиколлинеарность и автокорреляция оказались столь высокими, что после дифференцирования рядов факторных переменных (при устранении влияния автокорреляции)

**Таблица 12. Коэффициенты парной корреляции Пирсона между длиной тела мужчин в возрасте 17 лет и старше и 8 факторными переменными по годам за 1901–1949 гг.**  
**Table 12. Pearson correlation coefficients between height of males aged 17 and over and 8 factor variables by year for 1901–1949**

Переменные	Коэффициент корреляции Пирсона				
	Исходные данные	Первые разности без лага	Первые разности, лаг 5 лет	Частный коэффициент корреляции без лага*	Частный коэффициент корреляции лаг 5 лет*
Общий коэффициент рождаемости, ‰	<b>-0,59</b>	0,02	0,01	0,23	-0,83
Общий коэффициент смертности, ‰	<b>-0,59</b>	0,24	-0,16	-0,49	-0,31
Естественный прирост населения, ‰	-0,07	-0,19	0,09	0,86	-0,88
Младенческая смертность, ‰	-0,25	0,07	0,08	0,33	-0,23
Валовой сбор зерновых, млн т	<b>-0,28</b>	-0,10	0,03	-0,30	0,31
Поголовье крупного рогатого скота, млн голов	<b>-0,30</b>	-0,06	0,12	0,22	0,62
Доля городского населения в СССР, %	<b>0,74</b>	0,05	0,11	0,30	-0,95
Среднее число обучения человека, лет	<b>0,67</b>	<b>0,49</b>	-0,04	-0,86	0,69
Средняя величина коэффициентов корреляции по абсолютным значениям	0,44	0,15	0,08	0,45	0,60

Примечания. \* – Рассчитан по первым разностям.  
 Notes. \* – Calculated by the first differences.

из статистически значимых факторов остался один (образование). Средние коэффициенты корреляция между длиной тела и факторными переменными без лага и с лагом оказались ничтожными – по первым разностям 0,12 и 0,07 соответственно, частные коэффициенты корреляции равнялись 0,09 и 0,18 соответственно. Естественно, что подобрать единую регрессионную модель, хорошо описывающую динамику длины тела за весь XX в., не удалось.

Поэтому была предпринята попытка построить отдельную модель для первой половины XX века, а именно для 1901–1949 гг. (табл. 12).

Результаты анализа 1901–1949 гг. оказались негативными. По сравнению с 1901–2005 гг. корреляция исходных данных в два раза уменьшилась – средняя величина восьми коэффициентов корреляции по абсолютным значениям в 1901–2005 гг. составляла 0,82, в 1901–1949 – 0,44. Число статистически значимых коэффициентов корреляции уменьшилось с 8 до 5. Корреляция первых разностей без лага и с лагом (при устранении влияния автокорреляции) также являлась едва заметной величиной (0,08–0,15). Существенное увеличение

частных коэффициентов корреляции первых разностей – в 5 раз без лага и в 3,3 раза при лаге переменных – теряет свою значимость вследствие того, что коэффициенты корреляция первых разностей (за исключением одного) были статистически незначимыми.

К сожалению, недостаток сведений за первую половину XX в. не позволяет пока провести более детальный анализ и сравнить всевозможные корреляции как для всего периода, так и для 1901–1949 гг. Принимая во внимание, что для 1950–2005 гг. мы располагаем 42 факторными переменными (показателями), которые находятся в сильной взаимосвязи, представляется целесообразным провести факторный анализ. Именно он позволит выделить обобщенные латентные факторы, влияющие на ростовые модели для всего периода.

Отмеченные при математическом анализе методические проблемы можно объяснить несколькими причинами. В проведенном анализе не учтены эколого-средовой и генетический факторы (исключая гетерозис), на которые в первой четверти XXI в. ауксологи стали обращать

большое внимание [Козлов, Вершубская, 1999; Година, 2002; McEvoy, Visscher, 2009; Blum, 2013; Methodology..., 2013; Meinzer, Baten, 2016].

Значительный объем информационной базы не снимает проблемы дефицита данных. Анализируемые динамические ряды короткие (12–105 лет), поэтому выборки небольшие, дают мало наблюдений в статистическом смысле, соответствуя числу лет. При изучении динамики по 5-летиям во всем изучаемом периоде, 1901–2005 гг., лишь 21 наблюдение (21 пятилетие). Необходимые данные имеются за 1950–2005 гг., а это только 12 наблюдений (пятилетий). При изучении динамики по годам 1901–2005 гг. дают 105 наблюдений (105 лет), по состоянию источников мы изучали 1950–2005 гг., опираясь на 55 наблюдений (55 лет). Для основательного математического анализа требуется намного больше наблюдений, потому что результаты, полученные на небольшом числе наблюдений, дают большие стандартные ошибки, имеют низкую статистическую релевантность. Однако построение больших динамических рядов имеет свои ограничения и трудности. В нашем случае на протяжении изучаемого периода – Россия имперская, революционная, раннесоветская, довоенная, военная, послевоенная, застойная, перестроечная, постсоветская – существенно различались условия жизни в стране, поэтому действительно затруднительно построить единую модель, пригодную для всех периодов. Наконец, иногда наблюдалась *несбалансированность* исходных данных: информация о социально-экономических показателях представлена неравномерно по годам на рассматриваемом интервале времени, 1901–2005 гг.

Ростовые данные обладают спецификой. Конечный рост – кумулятивная переменная, которая медленно накапливает долгосрочное воздействие факторов и мало поддается влиянию их годовых флуктуаций. В то время как факторные переменные относятся к одному году, средние за несколько лет не делают их кумулятивными. Существенно также, что взаимодействие длины тела с его факторами зависит от их природы и характера связи с ростом и происходит, как правило, с лагом, величина которого индивидуальна у каждого фактора.

Поперечный метод проведения антропологических обследований населения, когда одновременно изучаются когорты людей разного возраста, физическое развитие одной когорты основывается на развитии другой (с помощью

метода передвижки когорт), создает много трудностей при определении критических для физического развития человека возрастов – пубертатного скачка, достижения дефинитивного роста, начала его уменьшения, догоняющего развития и т. п.

Методика анализа динамических рядов намного сложнее, чем простых вариационных рядов, вследствие наличия в них лага, тренда, автокорреляции и мультиколлинеарности, которые необходимо учитывать и устранять – а это непростая задача. Структурная взаимосвязанность большинства переменных столь велика, что даже частная корреляция не позволяет разделить факторные переменные на важные и второстепенные и ранжировать их по силе влияния на длину тела.

### Заключение

К математическому анализу факторов динамики длины тела были привлечены индивидуальные сведения о 1 519 037 российских мужчин в возрасте от 17 лет и старше, родившихся в 1901–2005 гг., и данные о 16 эмпирико-операционных показателях, представляющих важнейшие факторы, влиявшие на биологический статус человека. По причине недостатка информации за первую половину XX в. анализ пришлось ограничить 1950–2005 гг. Было проведено четыре варианта корреляционно-регрессионного анализа 16 факторов динамики длины тела мужчин: 1) по годовым данным о росте и факторных переменных, 2) по годовым данным о росте и факторных переменных со сдвигом последних на 5 и 10 лет назад относительно длины тела, 3) по дефинитивному росту и средним 20-летним данным о факторных переменных и 4) по средним 5-летним данным о росте и факторных переменных. В результате анализа построены четыре регрессионные модели динамики длины тела.

Математический анализ годовых колебаний показателей переменных дал следующие результаты. *Парные коэффициенты* корреляции зафиксировали наличие существенной и статистически значимой связи между ростом и многими факторными переменными – их средняя величина равна 0,59–0,64. Напротив, *коэффициенты корреляции первых разностей*, устраняющие тренд и автокорреляцию в динамических рядах, по абсолютному значению в два раза ниже полных (0,29–0,33) и говорят о слабой связи между ростом и факторами. Межфакторные

**Таблица 13. Состав регрессионных моделей, объясняющих вариативность длины тела мужчин по годовым, средним 5-летним и средним 20-летним показателям факторных переменных без лага и с 5-летним лагом в 1950–2005 гг., и их объяснительная сила**  
**Table 13. The composition of regression models explaining the variability in male height by annual, average 5-year and average 20-year indicators of factor variables without lag and with 5-year lag in 1950–2005, and their explanatory power**

Статистически значимые факторные переменные	Показатели			
	Годовые	Годовые с 5-летним лагом	Средние 20-летние	Средние 5-летние
Аборты	есть	есть	нет	есть
Возраст матери	есть	есть	нет	есть
Доходы	нет	есть	есть	нет
Образование	есть	нет	есть	есть
Питание	есть	нет	нет	есть
Продолжительно жизни	есть	нет	есть	есть
Рождаемость	есть	есть	нет	есть
Товарооборот	нет	есть	есть	нет
Урбанизация	есть	есть	есть	есть
Множественный коэффициент детерминации	0,309	0,554	0,302	0,906
Скорректированный множественный коэффициент детерминации	0,281	0,513	0,236	0,779

связи столь велики, что *частная корреляция* любого порядка не может устранить сопутствующие влияния факторных переменных на рост и оценить их роль в чистом виде. Однако сдвиг факторных переменных на 5 лет назад относительно длины тела радикально улучшил модель первых разностей (цепных абсолютных приростов). Все частные коэффициенты корреляции возросли до 0,302–0,619 и вышли по величине на средний уровень. В остатках регрессионной модели отсутствовала автокорреляция и мультиколлинеарность. Коэффициент множественной корреляции вырос, и модель стала объяснять 55,4% изменчивости длины тела. Отсюда следует, что размеры тела с некоторым лагом реагировали на изменения в условиях жизни. Причем, по-видимому, для разных факторов лаг был специфическим.

Математический анализ связей между *дефинитивным ростом мужчин и средним 20-летним значением* факторных переменных выявил пять статистически значимых переменных. В различных комбинациях из них было сформировано несколько регрессионных моделей, лучшая объясняет вариацию длины тела мужчин лишь на 30%. Следовательно, 70% вариации остается необъясненной.

Самый важный результат получен при анализе корреляции между средними 5-летними дан-

ными о росте и факторных переменных. Коэффициенты корреляции **первых разностей** позволили идентифицировать шесть статистически значимых факторных переменных. Их можно ранжировать, опираясь на частные коэффициенты корреляции, следующим образом (см. табл. 9): продолжительность жизни (0,886), рождаемость (–0,875), аборты (0,826), средний возраст матери при рождении детей (–0,710), урбанизация (0,571), образование (0,490). Эти переменные в оптимальной комбинации демонстрируют большой эффект воздействия – объясняют 78% вариации роста мужчин по 5-летиям. При этом межфакторная мультиколлинеарность практически отсутствует; в регрессионных остатках всех моделей нет автокорреляции и неоднородности.

Во всех построенных моделях статистически значимыми оказались именно те переменные, которые представляли факторы, считающиеся важными в биологической антропологии. Объяснительная сила регрессионных моделей, судя по множественному коэффициенту детерминации, была различной, и в каждой модели разнообразны коэффициенты корреляции по-разному оценивали влияние факторных переменных на динамику длины тела (табл. 13).

Как ни парадоксально, в двух моделях среди переменных нет данных ни о доходах, ни о питании. Это можно объяснить двумя причинами.

Во-первых, влияние дохода и питания на биостатус осуществлялось опосредованно – через образование, урбанизацию и другие факторы, входившие в модель. В советскую эпоху на социальном уровне профессия, доход и питание в решающей степени зависели от образования. Доходы и питание обуславливались также местом жительства, соответственно урбанизация оказывала косвенное влияние на доходы и питание. Таким образом, *образование и урбанизация обладали значительным аддитивным эффектом*, благодаря этому вносили значительный вклад в регрессионную модель без непосредственного учета влияния дохода и питания. Отметим, что этот вывод поддерживается сторонниками популярной ныне *биокультуральной концепции*, согласно которой биологические детерминанты длины тела действуют через комплекс социально-экономических, политических и эмоциональных факторов, обозначаемых аббревиатурой SEPE – Social-Economic-Political-Emotional [Верняев, 2024; Vogin, 2021b]. В многочисленных исследованиях красной нитью проводятся идеи: задержка роста не является синонимом недоедания, связи между питанием и ростом опосредствованы, питание и энергозатраты связаны с более широким спектром вторичных факторов [Mumm, Scheffler, 2019; Harris, 2021; Scheffler, Hermanussen, 2022].

Во-вторых, Россия во второй половине XX в. вошла в число развитых стран с высоким уровнем дохода и постепенно эволюционировала в общество потребления. Голод, хроническое недоедание и депривация ушли в прошлое. В формировании биологического статуса человека в обществах с низким и высоким уровнем жизни есть специфика. В бедных странах львиная доля заработанных средств расходуется на питание и удовлетворение других экзистенциальных потребностей. Человек мало озабочен накоплением богатства в форме недвижимого и движимого имущества, золота, акций, облигаций и других активов. Поэтому его рост хорошо коррелирует не только с его питанием, но и с общим доходом. В богатых же странах большая часть доходов расходуется на удовлетворение потребностей более высокого порядка. Вследствие этого рост, хорошо отражая качество питания, слабо отражает общий доход и, соответственно, общий уровень благосостояния населения. В 2023 г. граждане экономически развитых стран тратили на еду от 7 до 17% своего бюджета, 27 стран Европейского союза в среднем – 13%, развивающихся

стран – от 40 до 60%, россияне – около 29% (на рубеже XIX–XX вв. – больше 50%) [Мионов, 2012];

(European Household Expenditure on Food by Country in 2023. ReportLinker. 2023. Available at: <https://www.reportlinker.com/dataset/0d1b82899c3d782d1a23508440d5cb95c15215fd>. Accessed: 15.05.2025;

Household consumption by purpose. Eurostat. 2024. Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household\\_consumption\\_by\\_purpose#Composition\\_of\\_EU\\_household\\_expenditure\\_in\\_2023](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household_consumption_by_purpose#Composition_of_EU_household_expenditure_in_2023). Accessed: 15.05.2025).

Содержательно регрессионные модели можно интерпретировать так. Рождаемость, аборт и средний возраст матери при рождении детей определяли число детей в семье и в значительной мере обуславливали качество ухода за детьми, от которого зависели их физическое развитие и размеры тела. Уровень питания – важнейший фактор биостатуса – диктовался доходом, который находился в зависимости от профессии, социального статуса и в конечном итоге от образования. Выживание детей и их здоровье, поддержание которого требовало больших расходов, зависели также от степени развития здравоохранения, показателем которого является средняя продолжительность предстоящей жизни. Анализ не обнаружил явления гетерозиса – влияния неродственных браков на изменчивость антропометрических признаков во времени. Однако в ряде исследований влияние аутбридинга на изменчивость антропометрических признаков было обнаружено [Дуброва с соавт., 1997; Занегин, 2024; McQuillan et al., 2012].

Результаты математико-статистического и теоретического анализа в основном совпадают, что подтверждает надежность и релевантность того и другого. Однако математический анализ не вполне оправдал возлагавшиеся на него надежды. Мы не получили ясного ответа на вопрос: каков был точный, в процентах, вклад каждого из пяти факторов в динамику длины тела? Сумма частных коэффициентов детерминации намного превышала величину коэффициента множественной детерминации. Причина этого состоит в том, что в современных модернизированных обществах, к числу которых относится Россия, воздействие социальных, экономических, демографических, экологических и прочих факторов на все явления и процессы в обществе – в нашем случае на динамику биологического статуса населения, – имеет синкретический характер и

порождает проблему мультиколлинеарности. Взаимосвязь между объясняющими факторами стала настолько тесной, что дифференцировать их частное влияние в большинстве случаев невозможно. Под влиянием мультиколлинеарности параметры в модели множественной регрессии динамики длины тела (независимо от методов оценки) оказываются неопределенными или неустойчивыми, и задача ее интерпретации чрезвычайно усложняется.

### Благодарности

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФ в рамках проекта № 23-18-00249 «Жизненный уровень населения России в XX – начале XXI в. по традиционным и альтернативным показателям: междисциплинарное исследование на Больших данных».

### Библиография

Верняев И.И. Культурный поворот в современных зарубежных исследованиях исторической динамики благосостояния // Вестник Санкт-Петербургского университета. История, 2024. Т. 69. Вып. 2. С. 503-521. DOI: 10.21638/spbu02.2024.215.

Година Е.З. Аукология человека – наука XXI века: проблемы и перспективы // Антропология на пороге III тысячелетия: материалы конф., Москва, 29–31 мая 2002 г.: в 2 т. М.: Старый сад, 2004. Т. 2. С. 529–566.

Дуброва И.Э., Холод О.Н., Пушкина Е.И., Корзенева И.Б., Прохоровская В.Д. с соавт. Влияние аутбридинга на изменчивость антропометрических признаков при рождении и изменчивость полиморфных генов // Генетика, 1997. Т. 33. № 2. С. 249–56.

Занегин М.А. Популяционная генетика. Неродственное скрещивание (браки) // Научные высказывания, 2024. № 14 (61). С. 35–42.

Козлов А.И., Вершубская Г.Г. Медицинская антропология коренного населения Севера России. М.: Изд-

во МНЭПУ. 1999. 287 с.

Лебедева Л.С. Проблемы пространственно-временной изменчивости дефинитивной длины тела мужчин на протяжении XIX–XX вв.: дис. ... канд. ист. наук. М., 2024. 162 с.

Миронов Б.Н. Благосостояние населения и революции в имперской России: XVIII – начало XX века. 2-е изд. испр., доп. М.: Весь мир. 2012. 848 с.

Миронов Б.Н. Изменение длины тела российских мужчин в XX в. и его факторы по результатам анализа больших данных: методические аспекты // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология, 2025. № 2. С. 5–16.

Миронов Б.Н., Евсеев Е.А. Уровень жизни в Советском Союзе по большим антропометрическим данным // Вестник Санкт-Петербургского университета. История, 2025. Т. 70. Вып. 1. С. 232–260.

Народное хозяйство РСФСР в [1956–1990] году: статистический ежегодник / Центр. стат. упр. при Совете Министров РСФСР. М., 1957–1991.

Народное хозяйство РСФСР за 70 лет: статистический ежегодник. М.: Финансы и статистика. 1987. 470 с.

Регионы России. 1997–2001. М.: Росстат. 1997–2001.

Регионы России. Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2002–2024. М.: Росстат. 2002–2024.

РСФСР за 40 лет: стат. сборник. М.: Советская Россия. 1957. 223 с.

РСФСР за 50 лет: стат. сборник. М.: Статистика. 1967. 255 с.

Хафизова А.А. Антропологические аспекты влияния социально-экономических факторов на секулярные изменения размеров тела современной молодежи (начало XX – XXI вв.): дис. ... канд. биол. наук. М., 2022. 318 с.

### Информация об авторах

Миронов Борис Николаевич, д.и.н., профессор; ORCID ID: 0000-0001-8559-0019; mironov1942@yandex.ru;

Евсеев Евгений Александрович, к. физ.-мат. наук, ORCID ID: 0000-0002-1897-700X, e.a.evseev@yandex.ru.

Поступила в редакцию 23.04.2025,  
принята к публикации 16.05.2025

Mironov B.N., Evseev E.A.

St Petersburg State University, Universitetskaya nab., 7–9, St Petersburg, 199034, Russia

## MATHEMATICAL MODEL OF RUSSIAN MALE HEIGHT DYNAMICS IN THE 20TH CENTURY

**Introduction.** *The article presents the results of mathematical analysis of the dynamics of body length of the male population of Russia aged 17 years and older in 1901–2005. The novelty of the article is that the largest anthropometric data base on Russians of the 20th century is studied using the methods of multivariate correlation and regression analysis of dynamic series.*

**Materials and methods.** *The study used individual data on the height of 1,519,037 men aged 17 years and older, born between 1901 and 2005, 91% Russians, examined mainly during recruitment into the army under a program that included measuring total body dimensions. Dynamic series of body length and factor variables were analyzed using correlation and regression analysis in order to identify factors explaining the dynamics of growth in the 20th century and to construct a multiple regression model.*

**Results.** Multiple correlation and regression analysis of body height dynamics depending on 16 economic, social, demographic and environmental factors by annual (with and without lag), by average 5-year and 20-year indicators yielded results that are important in terms of method and content. Four regression models were constructed for each type of data. The most interesting results were obtained by the model of variability of annual growth indicators taking into account the lag and the model of variability of average 5-year growth indicators. The first explains 51% of the variation in male height across years, and the second explains 78% of the variation in male height across five-year periods in 1950–2005.

**Conclusion.** The results of the mathematical-statistical and theoretical analysis largely coincide, which confirms the reliability and relevance of both.

**Keywords:** auxology; Russia of the 20th century; anthropometric big data base; male body length dynamics; factors of growth dynamics; multivariate correlation and regression analysis of dynamic series

DOI: 10.55959/MSU2074-8132-25-3-1

## Acknowledgments

This research was supported by grant no. 23-18-00249 from the Russian Science Foundation “The standard of living of the population of Russia in the 20th – early 21st centuries according to traditional and alternative indicators: an interdisciplinary study on Big Data”.

## References

- Verniaev I.I. Cultural turn in contemporary studies of historical dynamics of well-being. *Vestnik of Saint Petersburg University. History*, 2024, 69 (2), pp. 503–521. (In Russ). DOI: 10.21638/spbu02.2024.215.
- Godina E.Z. Human auxology – the science of the 21<sup>st</sup> century: Problems and prospects. In *Anthropology on a Threshold of the 3rd Millennium: Anthropology on a Threshold of the 3rd Millennium: conference proceedings: in 2 vols*, Moscow, May 29–31, 2002. Moscow, Stary sad Publ., 2004, 2, pp. 529–566. (In Russ).
- Dubrova Y.E., Kholod O.N., Pushkina E.I., Korzeneva I.B., Prokhorovskaya V.D. et al. Effect of interbreeding on the variability of anthropometric traits at birth and the variability of polymorphic genes. *Russian Journal of Genetics*, 1997, 33 (2), pp. 249–56. (In Russ).
- Zanegin M.A. Population genetics. Unrelated interbreeding (marriages). *Scientific statements*, 2024, 14 (61), pp. 35–42. (In Russ.).
- Kozlov A.I., Vershubskaya G.G. *Medical anthropology of the indigenous population of the North of Russia*. Moscow, MNEPU Publ., 1999. 287 p. (In Russ.).
- Lebedeva L.S. *Problems of spatial and temporal variability of the definitive body length of men during the XIX–XX centuries*. Dissertation PhD in History. Moscow, 2024. 162 p. (In Russ.).
- Mironov B.N. *The Wellbeing of the population and revolutions in imperial Russia: 18th–early 20th centuries*. 2nd ed. corr., add. Moscow, Ves’ mir Publ, 2012. 848 p. (In Russ.).
- Mironov B.N. Dynamics of Russian men height in the 20th century and its factors based on the results of big data analysis: methodological aspects. *Lomonosov Journal of Anthropology* [Moscow University Anthropology Bulletin], 2025, 2, pp. 5–16. (In Russ.).
- Mironov B.N., Evseev E.A. Big data: standard of living in the USSR, based on anthropometric data. *Vestnik of Saint Petersburg University. History*, 2025, 70 (1), pp. 232–260. (In Russ.).
- National economy of the RSFSR in [1956–1990]: Statistical yearbook*. Moscow, 1957–1991. (In Russ.).
- National economy of the RSFSR for 70 years: Statistical yearbook*. Moscow, Finansy i statistika Publ., 1987. 470 p. (In Russ.).
- Regions of Russia. 1997–2001*. Moscow, Rosstat, 1997–2001. (In Russ.).
- Regions of Russia. Main characteristics of the subjects of the Russian Federation. 2002–2024*. Moscow, Rosstat, 2002–2024.
- RSFSR for 40 years: Statistical Digest*. Moscow: Sovetskaya Rossiya Publ., 1957. 223 p. (In Russ.).
- RSFSR for 50 years: Statistical digest*. Moscow, Statistika Publ., 1967. 255 p. (In Russ.).
- Khafizova A.A. *Anthropological aspects of the influence of socio-economic factors on secular changes in the body size of modern youth (beginning of XX–XXI)*. Dissertation PhD in Biology. Moscow, 2022. 318 p. (In Russ.).
- Baten J. Heights and Real Wages in the 18th and 19th Centuries: An International Overview. *Economic History Yearbook*, 2000, 41 (1), pp. 17–32. DOI:10.1524/jbwg.2000.41.1.61.
- Baten J., Blum M. Growing tall but unequal: New findings and new background evidence on anthropometric welfare in 156 countries, 1810–1989. *Economic History of Developing Regions*, 2012, 27 (1), pp. 66–85.
- Baten J., Steckel R., Larsen C. S., Roberts C. Multi-dimensional Patterns of European Health, Work and Violence over the Past Two Millennia. In *The Backbone of Europe: Health, Diet, Work and Violence over Two Millennia*. R. Steckel (eds). Cambridge, Cambridge University Press, 2019. pp. 381–396.
- Blum M. Cultural and Genetic Influences on the “Biological Standard of Living”. *Historical Methods: A Journal of Quantitative and Interdisciplinary History*, 2013, 46, pp. 19–30.
- Bogin B. *Patterns of human growth*. Cambridge, Cambridge University Press, 2021a. 590 p.
- Bogin B. Social-Economic-Political-Emotional (SEPE) factors regulate human growth. *Human Biology and Public Health*, 2021b, 1, pp. 1–20. DOI:10.52905/hbph.v1.10.
- European Household Expenditure on Food by Country in 2023. ReportLinker. 2023. Available at: <https://www.reportlinker.com/dataset/0d1b82899c3d782d1a23508440d5cb95c15215fd> (Accessed: 15.05.2025).
- Grasgruber P., Hrazdira E. Nutritional and socio-economic predictors of adult height in 152 world populations. *Economics and human biology*, 2020, 37, pp. 1–23. DOI: 10.1016/j.ehb.2020.100848.

Grasgruber P., Sebera M., Hrazdíra E., Cacek J., Kalina T. Major Correlates of Male Height: A Study of 105 Countries. *Economics and Human Biology*, 2016, 21, pp. 172–195. DOI:10.1016/j.ehb.2016.01.005.

Harris B. Anthropometric history and the measurement of wellbeing. *Vienna Yearbook of Population Research*, 2021, 19. Special issue on Demographic aspects of human wellbeing, pp. 91–124. DOI:10.1553/populationyearbook2021.rev02.

*Household consumption by purpose*. Eurostat. 2024. Available at: [https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household\\_consumption\\_by\\_purpose#Composition\\_of\\_EU\\_household\\_expenditure\\_in\\_2023](https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/index.php?title=Household_consumption_by_purpose#Composition_of_EU_household_expenditure_in_2023) (Accessed: 15.05.2025).

Köpke N. The biological standard of living in Europe from the late iron age to the little ice age. In *The Oxford Handbook of Economics and Human Biology*, Komlos J., Kelly I. (eds). Oxford, Oxford University Press, 2016, pp. 70–109. DOI: 10.1093/oxfordhb/9780199389292.013.34.

Köpke, N., Baten J. The biological standard of living in Europe during the last two millennia. *European Review of Economic History*, 2005, 9 (1), pp. 61–95.

McEvoy, B.P., Visscher, P.M. Genetics of human height. *Economics and Human Biology*, 2009, 7 (3), pp. 294–306. DOI: 10.1016/j.ehb.2009.09.005.

McQuillan R., Eklund N., Pirastu P., Kuningas M., McEvoy B.P. et al. Evidence of inbreeding depression on human height. *PLoS Genetics*, 2012, 8 (7), e1002655. DOI: 10.1371/journal.pgen.1002655.

Meinzer N., Baten J. Global perspectives on economics and biology. In: *The Oxford handbook of economics and human biology*. Komlos J., Kelly I.R. (eds.). Oxford, New York, Oxford University Press, 2016, pp. 276–295.

*Methodology Ecological, Genetic, and Nutritional Effects on Growth*. 2<sup>nd</sup> ed. [s. l.], Falkner F., Tanner J.M. (eds.). Springer, 2013. 552 p.

Mumm R., Scheffler C. Lack of evidence of nutritional influence on height in four low and middleincome countries. *Anthropologischer Anzeiger*, 2019, 76 (5), pp. 421–432. DOI: 10.1127/anthranz/2019/0988.

Scheffler C., Hermanussen M. What does stunting tell us. *Human Biology and Public Health*, 2022, 3, pp. 1–15. DOI:10.52905/hbph2022.3.36.

*The Oxford handbook of economics and human biology*. Komlos J., Kelly I.R. (eds.). Oxford, Oxford University Press, 2016. 848 p.

#### Information about the authors

Mironov Boris N., DSci., professor; ORCID ID: 0000-0001-8559-0019; [mironov1942@yandex.ru](mailto:mironov1942@yandex.ru);

Evseev Evgenii A., PhD (Physics and Mathematics), ORCID ID: 0000-0002-1897-700X, [e.a.evseev@yandex.ru](mailto:e.a.evseev@yandex.ru).

© 2025. This work is licensed under a CC BY 4.0 license

Редколлегия журнала приносит свои извинения за внесение по техническим причинам опечатки (лишних строк) в таблицу, опубликованную в статье: Миронов Б.Н. Изменение длины тела российских мужчин в XX в. и его факторы по результатам анализа больших данных: методические аспекты // Вестник Московского университета. Серия XXIII. Антропология. № 2/2025: 05-16.

Публикуем правильную версию этой таблицы.

**Таблица. Динамика длины тела российских мужчин 1902–2000 годов рождения в возрасте 17 лет и старше**

**Table. Dynamics of Russian male height born between 1902 and 2000, aged 17 years and older**

Годы рождения	Городское население			Сельское население			Все мужское население		
	N	Длина	±m	N	Длина	±m	N	Длина	±m
1902–1905	361791	166,8	0,01	2603711	166,3	0,01	2965502	166,4	0,01
1906–1910	6951	167,1	0,40	13112	167,4	0,30	20063	167,3	0,26
1911–1915	3715	169,2	0,09	16567	168,9	0,04	20282	169,0	0,04
1916–1920	1576	169,3	0,15	8323	168,6	0,06	9899	168,7	0,06
1921–1925	326	168,4	0,36	1263	167,9	0,17	1589	168,0	0,13
1926–1930	1514	168,0	0,25	4059	167,4	0,10	5573	167,5	0,09
1931–1935	2401	169,4	0,15	3648	167,8	0,11	6049	168,1	0,09
1936–1940	8348	171,7	0,09	6082	170,0	0,09	14430	170,4	0,06
1941–1945	16675	173,5	0,05	6659	172,6	0,09	23334	172,9	0,05
1946–1950	88359	174,6	0,02	30038	173,3	0,04	118397	173,8	0,02
1951–1955	143215	175,5	0,02	50102	173,6	0,03	193317	174,3	0,02
1956–1960	171835	176,6	0,02	57784	174,3	0,03	229619	175,4	0,01
1961–1965	166378	177,2	0,02	41140	174,6	0,03	207518	175,9	0,01
1966–1970	152390	177,6	0,02	25417	175,2	0,04	177807	176,5	0,02
1971–1975	158898	177,8	0,02	18007	175,7	0,05	176905	177,0	0,02
1976–1980	123840	177,6	0,02	13800	175,7	0,06	137640	176,9	0,02
1981–1985	57643	177,5	0,03	9195	175,6	0,08	66838	176,9	0,03
1986–1990	22025	178,0	0,05	6175	175,6	0,11	28200	177,4	0,05
1991–1995	12703	178,1	0,06	4184	176,1	0,12	16887	177,6	0,06
1996–2000	7429	178,1	0,08	2902	175,9	0,15	10331	177,5	0,07

Примечания. Источники указаны в: [Миронов, Евсеев, 2025].

Notes. Sources cited in: [Mironov, Evseev, 2025].