

УДК 612.015.348:612.433.018

**БИЧКАЕВА Фатима Артёмовна**, доктор биологических наук, заведующая лабораторией биологической и неорганической химии Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск), профессор кафедры экологической физиологии и биохимии института естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 183 научных публикаций, в т. ч. одной монографии

**БИЧКАЕВ Артём Альбертович**, и. о. младшего научного сотрудника Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 7 научных публикаций

**ВОЛКОВА Наталья Ивановна**, доцент кафедры физиологии и морфологии человека института естественных наук и технологий Северного (Арктического) федерального университета имени М.В. Ломоносова. Автор 25 научных публикаций, в т. ч. 4 учебных пособий

**ВЛАСОВА Ольга Сергеевна**, старший научный сотрудник лаборатории биологической и неорганической химии Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 120 научных публикаций

**ТРЕТЬЯКОВА Татьяна Васильевна**, старший научный сотрудник лаборатории биологической и неорганической химии Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 100 научных публикаций, в т. ч. одной монографии (в соавт.)

**ШЕНГОФ Борис Александрович**, и. о. научного сотрудника лаборатории биологической и неорганической химии Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН (г. Архангельск). Автор 26 научных публикаций, в т. ч. одной монографии (в соавт.)

### **МОДУЛИРУЮЩЕЕ ВЛИЯНИЕ БИОГЕННЫХ АМИНОВ, ИНСУЛИНА И КОРТИЗОЛА НА БЕЛКОВЫЙ ОБМЕН У ЖИТЕЛЕЙ РАЗЛИЧНЫХ КЛИМАТОГЕОГРАФИЧЕСКИХ ТЕРРИТОРИЙ<sup>1</sup>**

В статье определены показатели белкового обмена биогенных аминов, катехоламинов, инсулина и кортизола у взрослого населения приполярного региона (ПР) Архангельской области и южного региона Кавказа (ЮРК) Республики Южная Осетия в возрасте 20–65 лет. У жителей ЮРК выявлено значимое снижение в крови содержания креатинина, мочевины и мочевой кислоты на фоне активации симпатoadренальной системы и инсулярного аппарата поджелудочной железы, а у жителей ПР значимое повышение метаболитов белкового обмена сочеталось с активацией коры надпочечников и снижением уровня инсулина в крови. В обоих регионах частоты встречаемости превышающих физиологическую норму концентраций адреналина

---

<sup>1</sup>Работа выполнена при поддержке гранта Российского гуманитарного научного фонда МинОНМП РЮО (№11-26-13001) и программ фундаментальных исследований Уральского отделения РАН (№15-3-4-39).

выше, чем у норадреналина, и составили 55 %, 64 % для адреналина, 5 и 6 % для норадреналина в ПР и ЮРК соответственно. Корреляционным и регрессионным анализами подтверждена зависимость уровня общего белка в крови у лиц ПР от содержания катехоламинов (адреналин, норадреналин), биогенных аминов (серотонин, гистамин) и концентрации его метаболитов от гистамина и адреналина, а у лиц ЮРК – уровня общего белка и мочевины от содержания серотонина, но опосредовано через мочевую кислоту. При этом в ПР наибольший вклад в изменение белкового обмена вносили норадреналин, гистамин и кортизол, как в отдельности, так и в сочетании с факторами «пол», «возраст» и в наименьшей степени с фактором «индекс массы тела» (65–92 %), а в ЮРК – инсулин, биогенные амины и катехоламины, как в отдельности, так и в сочетании с факторами «индекс массы тела», «возраст» и в наименьшей степени фактором «пол» (73–99 %). Результаты настоящего исследования могут быть использованы для повышения эффективности выявления метаболического синдрома на ранних стадиях и с учетом региональных особенностей.

**Ключевые слова:** белковый обмен, катехоламины, биогенные амины, инсулин, кортизол, приполярный регион Архангельской области, южный регион Кавказа, Южная Осетия.

В последнее время внимание исследователей привлекает проблема адаптации организма человека к различным природно-климатическим условиям [1–5]. Рассматриваемые в данной работе регионы различаются фотопериодикой, природно-климатическими и экономико-географическими параметрами. Приполярный регион Архангельской области на Севере России (64–65° с. ш., 40° в. д.) – это дискомфортная зона проживания, приравненная к Крайнему Северу (по распоряжению Правительства РФ от 12.07.93 №1245-р). Среднегодовая температура воздуха – минус один градус, коэффициент естественной освещенности на 20 % ниже, чем в г. Цхинвал, имеется ультрафиолетовый дефицит [6]. Республика Южная Осетия располагается на южных склонах Большого Кавказа (1000–3500 м выше уровня моря), на севере Внутреннекартлийской равнины (42°00′–42°44′ с. ш., 43–44° в. д.) [7]. В г. Цхинвал, где проводилось исследование, среднегодовая температура составляет +12,75 °С. Обследованы лица (мужчины, женщины 20–65 лет) I-й и II-й групп здоровья с примерно одинаковыми социально-бытовыми условиями проживания.

Была установлена существенная роль в процессе адаптации к условиям Севера гормонов гипоталамо-гипофизарно-адреналовой системы и инсулярного аппарата поджелудочной железы. Установлено, что пределы колебания

кортизола и инсулина расширены относительно общепринятых норм и у лиц, проживающих в приполярных регионах, уровень кортизола смещен в сторону верхних значений, а инсулина – в сторону нижних, что связано с проявлением общей реакции на комплекс экстремальных климатических факторов Севера [8, 9]. Пределы колебания адреналина, гистамина и серотонина у северян расширены относительно общепринятых норм, и в приполярных регионах их уровни смещены в сторону больших значений [10–14]. Кроме того, доказано, что наиболее яркой особенностью приполярных регионов в белковом обмене является повышение уровня конечных продуктов в крови, особенно креатинина [15–17]. В то же время аналогичных исследований на территории республики Южной Осетии не проводилось. В связи с этим сравнительная характеристика белкового обмена, биогенных аминов, катехоламинов и их соотношения у жителей, проживающих на двух различных климатогеографических территориях (приполярный регион и южный регион Кавказа), является актуальной.

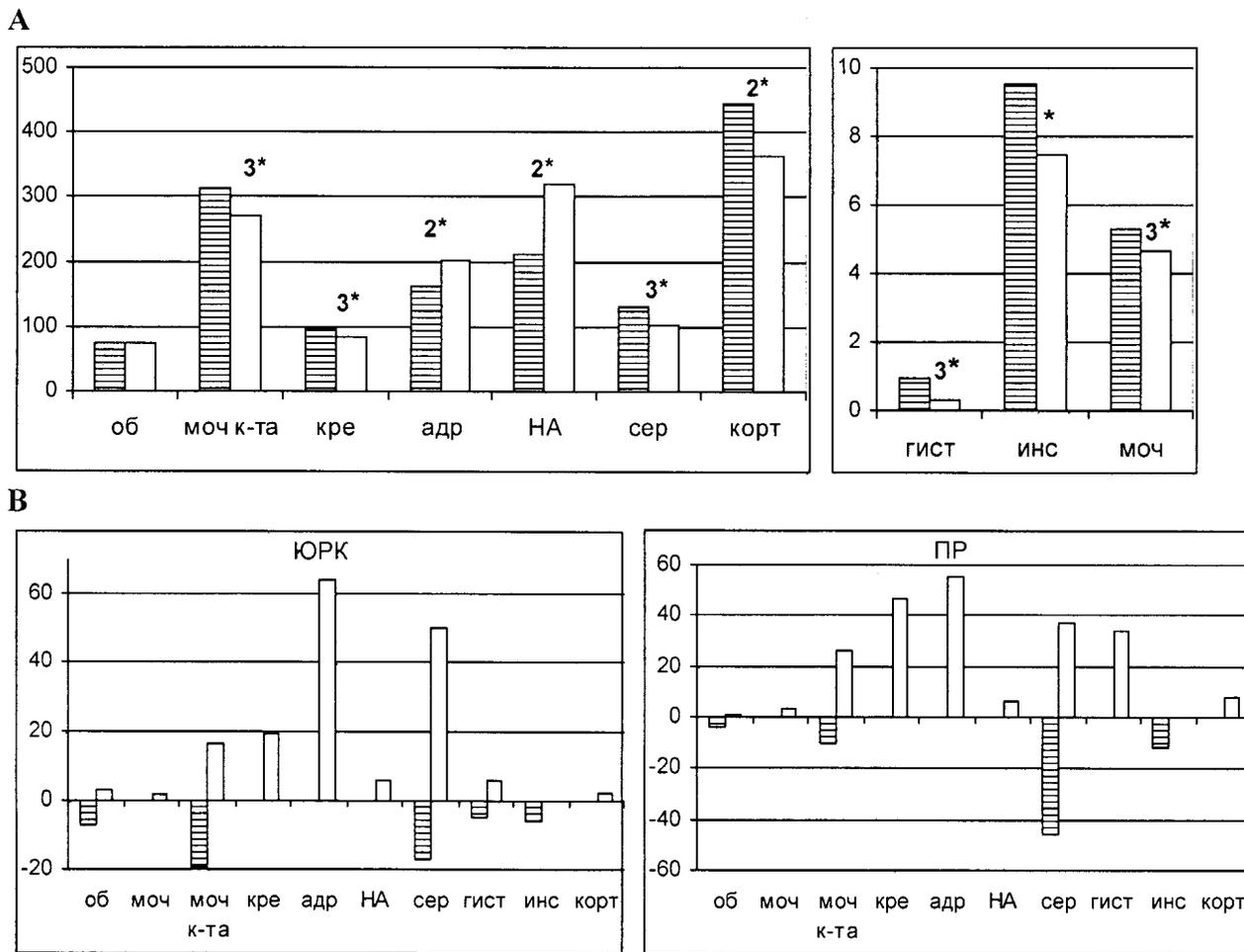
**Материалы и методы.** Общее количество обследованных лиц за 2011–2013 годы – 901 чел., из них: жители ПР – 527 и ЮРК – 374 чел. Исследования проводили в одно и то же время – осенний, зимний и весенний периоды. Критерии включения: постоянное

проживание в Архангельской области и г. Цхинвал Республики Южная Осетия, возраст 20–65 лет, отсутствие осложнений хронических заболеваний в момент обследования. Все обследованные перед забором крови прошли анкетирование, включающее вопросы о возрасте, весе, росте, артериальном давлении, вредных привычках (курение, алкоголь), фактическом питании и др.

У всех лиц забор крови проводили натощак из локтевой вены в вакутайнеры «Beckton Dickinson BP» с согласия волонтеров и в соответствии с требованиями Хельсинской Декларации Всемирной медицинской ассоциации об этических принципах проведения медицинских исследований (2000 год). В сыворотке крови методом спектрофотометрии на биохимическом анализаторе «МАРС» с использованием наборов «Chronolab AG» (Швейцария) определяли содержание общего белка (ОБ), мочевины (Моч), креатинина (Кре), мочевой кислоты (Моч. к-та); флуоресцентным методом на анализаторе «Флюорат-02-АБЛФ-Т» – концентрации в моче адреналина (АДР), норадреналина (НА) и в гемолизатах крови серотонина (Сер), гистамина (Гист); методом радиоиммунометрического *in vitro* анализа в сыворотке крови на установке «Ариан» с использованием коммерческих наборов «Immonotech» (Чехия) – кортизола (Корт) и инсулина (ИНС). Аналитическое определение концентрации биохимических параметров и гормонов выполнялось одними и теми же методами в лаборатории биологической и неорганической химии Института физиологии природных адаптаций Уральского отделения РАН г. Архангельска и в лаборатории медико-биологических исследований Юго-Осетинского государственного университета имени А.А. Тибилова г. Цхинвал. Для контроля качества проводимых исследований биологический материал (сыворотка крови, гемолизаты, моча) из г. Цхинвал доставляли в г. Архангельск через Москву самолетом при соблюдении соответствующей температуры в сосуде Дюара.

Статистическую обработку данных проводили с использованием пакета прикладных программ SPSS 13.0 for Windows. Был выполнен дескриптивный анализ (расчет среднего арифметического значения и его стандартной ошибки), для сравнения средних значений в группах использовались параметрический t-критерий, а также непараметрический U-критерий Манно-Уитни. Для выявления взаимосвязей между показателями использовали корреляционный анализ по Спирмену, а для выяснения влияния факторов на параметры белкового обмена – многофакторный дисперсионный анализ, в котором в качестве независимых переменных (факторов) для ПР и ЮРК были выбраны: возраст, пол, ИМТ, АДР, НА, Сер, Гист, Корт, ИНС. Каждый из факторов разделен на градации. Для фактора «возраст» определены группы: 1: 21–30 лет, 2: 31–40 лет, 3: 41–50 лет, 4: 51–60 лет, старше 60 лет. Для фактора «ИМТ»: 1 – менее 18 (дефицит массы тела), 2 – 18–24,9 (норма ИМТ), 3 – 25,0–29,9 (повышенный ИМТ), 4 – 30,0–34,9 (высокий ИМТ, ожирение 1-й степени), 5 – 35,0–39,9 (очень высокий ИМТ, ожирение 2-й степени), 6 – более 40,0 (чрезвычайно высокий ИМТ, ожирение 3-й степени). Для фактора «пол»: 1 – женщины, 2 – мужчины. Зависимыми переменными задействованы показатели белкового обмена (ОБ, Кре, Моч, Моч. к-та). Различия считали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$  [18].

**Результаты и обсуждение.** При анализе в крови концентраций Сер и Гист у практически здоровых лиц обоих регионов выявлено, что средние их значения в ПР превысили физиологическую норму  $129,99 \pm 15,71$  нг/мл и  $0,97 \pm 0,07$  нг/мл соответственно, а в ЮРК – только Сер –  $102,44 \pm 5,74$ , уровень Гист составил  $0,29 \pm 0,02$  нг/мл (норма для Сер – 36–82 нг/мл, для Гист – 0,02–0,63 мкмоль/л). Вместе с тем частота регистраций, превышающих физиологическую норму значений Сер и Гист, в ПР составила 37 и 34 %, ниже нормы – 46 и 0 %, а в ЮРК – 50 и 6 % и 17 и 5 % соответственно (рис. 1а, б).



**Рис. 1.** А). Средние значения параметров белкового обмена, вазомоторных аминов, катехоламинов, инсулина и кортизола у жителей приполярного региона (ПР) и южного региона Кавказа (ЮРК): – ПР; – ЮРК; \* –  $p < 0,05$ , 2\* –  $p < 0,01$ , 3\* –  $p < 0,001$  – статистически значимые различия средних значений между сравниваемыми группами. В). Отклонения от физиологических норм рассматриваемых показателей как в сторону снижения, так и в сторону повышения.

Выявлены различия и в содержании катехоламинов (АДР, НА) и Корт. Достоверно выше уровни катехоламинов установлены у лиц ЮРК, а Корт – у жителей ПР. Средняя концентрация АДР в моче лиц ПР составила  $160,46 \pm 9,55$  нмоль/сут, в ЮРК –  $200,83 \pm 15,06$  нмоль/сут, НА –  $209,78 \pm 17,51$  и  $321,23 \pm 29,40$  нмоль/сут соответственно ( $p = 0,001$ ). При анализе частот отклонений от-

носительно физиологической нормы установлено, что содержание АДР и НА выше нормы у 55 и 6 % участников исследования в ПР и у 64 и 6 % в ЮРК ( $p = 0,054$ ). Вместе с тем уровень Корт в крови лиц ПР оказался выше, чем в ЮРК, и составил  $443,7 \pm 17,84$  и  $364,06 \pm 12,65$  нмоль/л ( $p = 0,001$ ) соответственно, у 8 % лиц в ПР и у 2 % в ЮРК выявлены аномально высокие уровни Корт (рис. 1а, б).

Содержание ИНС в крови было значимо выше у лиц ЮРК –  $9,52 \pm 0,6$  нмоль/л относительно ПР –  $7,45 \pm 0,78$  нмоль/л,  $p = 0,032$ , но у лиц обоих регионов значения ИНС смещены к нижней границе физиологической нормы ( $3\text{--}25$  нмоль/л) и у 6 % лиц в ЮРК и у 12 % лиц в ПР были аномально низкими (рис. 1а, б).

Достоверные различия выявлены и при сравнении значений показателей белкового обмена у жителей ПР и ЮРК (рис. 1а). Так, содержание промежуточных продуктов белкового обмена было выше у жителей ПР относительно ЮРК: Кре  $96,16 \pm 1,21$  и  $82,8 \pm 1,09$  мкмоль/л,  $p < 0,001$ , Моч –  $5,28 \pm 0,06$  и  $4,63 \pm 0,10$  ммоль/л,  $p < 0,001$  и Моч. к-ты –  $313,09 \pm 5,18$  и  $271,2 \pm 6,01$  мкмоль/л,  $p < 0,001$ . При этом уровень ОБ у жителей ПР и ЮРК значимо не различался –  $75,54 \pm 0,26$  и  $74,54 \pm 0,35$  ммоль/л соответственно.

Следует отметить, что для жителей обоих регионов характерно наличие превышающих физиологическую норму значений Кре: у 19,1 % в ЮРК и у 46,5 % ПР, а ОБ, наоборот, ниже значений нормы: у 7 и 4 % соответственно. Вместе с тем в уровне мочевой кислоты отмечен дисбаланс: выше нормы у 16 % лиц ЮРК и 26 % ПР и ниже нормы у 19,6 и 10,5 % соответственно (рис. 1б). Следовательно, независимо от территории проживания отмечены колебания в крови некоторых метаболитов белкового обмена, более выраженные у жителей ПР.

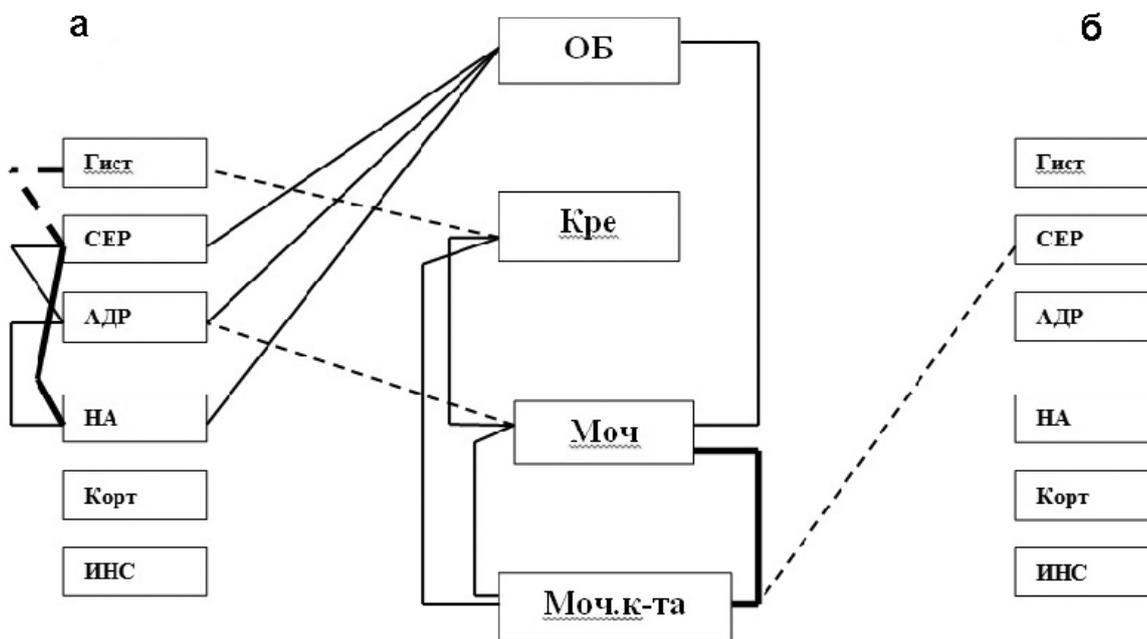
Анализ внутрисистемных корреляционных взаимосвязей между изучаемыми параметрами подтвердил наши предположения. Показатели белкового обмена у лиц, проживающих на различных климатогеографических территориях, зависели от определенных звеньев эндокринной регуляции (рис. 2а, б).

Как показано выше, значимо высокий уровень Кре, Моч и Моч. к-ты при неизменном содержании ОБ у жителей ПР относительно жителей ЮРК сочетался с достоверным повышением уровня биогенных аминов – Сер и Гист, Корт – и снижением уровня ИНС.

Значимые прямые корреляционные взаимосвязи с показателями ОБ в ПР образуют катехоламины и серотонин (ОБ–АДР,  $r = 0,14$ ,  $p = 0,006$ ; ОБ–НА,  $r = 0,14$ ,  $p = 0,006$ ; ОБ–Сер,  $r = 0,23$ ,  $p = 0,001$ ), в то время как показатели метаболитов белкового обмена отрицательно коррелируют с Гист и АДР (Гист–Кре,  $r = -0,23$ ,  $p = 0,001$  и АДР–Моч,  $r = -0,12$ ,  $p = 0,02$ ) (рис. 2а).

У жителей ЮРК значимые внутрисистемные корреляционные взаимосвязи выявлены между показателями, отличными от ПР (рис. 2б). Достоверно низкое содержание Кре, Моч и Моч. к-та, повышенные концентрации ИНС, АДР, НА, сниженные Сер, Гист и Корт в крови образуют меньше корреляционных взаимосвязей. Выявлена лишь обратная зависимость уровня Моч. к-та с Сер (Сер–Моч. к-та,  $r = -0,24$ ,  $p = 0,002$ ). Возможно, у жителей ПР более низкое содержание катехоламинов, высокий уровень биогенных аминов по сравнению с ЮРК в большей степени усиливают образование продуктов белкового обмена, на что указывают статистически значимые обратные корреляционные связи между Кре, Моч и Гист, АДР (Кре–Гист,  $r = -0,23$ ,  $p = 0,001$ ; Моч–АДР,  $r = -0,12$ ,  $p = 0,02$ ). Наличие прямых корреляционных связей катехоламинов и серотонина с ОБ (ОБ–АДР,  $r = 0,14$ ,  $p = 0,006$ ; ОБ–НА,  $r = 0,14$ ,  $p = 0,006$ ; ОБ–Сер,  $r = 0,23$ ,  $p = 0,001$ ), скорее всего, говорит не только об усилении декарбоксилирования соответствующих аминокислот, но и об угнетении окисления аминов, нарушении их связывания белками [19]. Так, выявленные ранее гипоксические состояния у жителей обоих регионов, вероятно, ослабляют окислительные процессы [4], а обнаруженное в настоящем исследовании увеличение биогенных аминов в крови может способствовать изменениям функциональной активности сосудов с изменением их проницаемости и тонуса [20].

Результаты многофакторного дисперсионного анализа показали, что факторы «возраст», «пол», «ИМТ», «катехоламины», «кортизол», «инсулин» и «биогенные амины», как индиви-



**Рис. 2.** Корреляционные взаимосвязи между параметрами белкового обмена и гармонии: а – приполярные регионы Архангельской области; б – южные регионы Кавказа, республика Южная Осетия: — — прямая средняя взаимосвязь, - - - - обратная слабая взаимосвязь; . . . . обратная слабая взаимосвязь, — — обратная средняя взаимосвязь

дуально, так и совместно друг с другом, являются значимыми факторами, влияющими на гомеостаз общего белка и его продуктов у жителей двух различных климатогеографических регионов.

В ПР на уровень ОБ оказывают статистически значимое совместное влияние факторы: пол\*воз ( $\eta^2 = 0,80$ ), воз\*ИМТ\*НА ( $\eta^2 = 0,92$ ), пол\*воз\*НА ( $\eta^2 = 0,69$ ),  $p = 0,013-0,005$ ; у жителей ЮРК – «возраст» ( $\eta^2 = 0,89$ ),  $p = 0,007$ , и в обоих регионах: серотонин ( $\eta^2 = 0,86$  и  $\eta^2 = 0,88$ ) и гистамин ( $\eta^2 = 0,99$  и  $\eta^2 = 0,89$ ),  $p = 0,002-0,004$ .

В случае зависимой переменной Кре у жителей ПР значимое влияние на распределение оказывают отдельно ИМТ ( $\eta^2 = 0,94$ ,  $p = 0,001$ ), пол ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p < 0,000$ ), Гист ( $\eta^2 = 0,94$ ,  $p = 0,001$ ), Корт ( $\eta^2 = 0,97$ ,  $p < 0,000$ ) и совместно ИМТ\*Корт ( $\eta^2 = 0,78$ ,  $p = 0,049$ ), пол\*воз\*ИМТ ( $\eta^2 = 0,86$ ,  $p = 0,023$ ), а у жителей ЮРК отдель-

но воз ( $\eta^2 = 0,96$ ,  $p = 0,001$ ) и комплексно – воз\*Корт ( $\eta^2 = 0,86$ ,  $p = 0,049$ ), воз\*ИМТ\*ИНС ( $\eta^2 = 0,78$ ,  $p = 0,010$ ), пол\*ИМТ\*ИНС ( $\eta^2 = 0,61$ ,  $p = 0,041$ ).

В ПР статистически значимо влияющими факторами на уровень Моч оказались только пол ( $\eta^2 = 0,90$ ,  $p = 0,001$ ) и НА ( $\eta^2 = 0,60$ ,  $p = 0,046$ ), а у жителей ЮРК самостоятельно – ИМТ ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p < 0,000$ ), ИНС ( $\eta^2 = 0,61$ ,  $p = 0,041$ ) и совместно – возр\*ИМТ ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p = 0,000$ ), воз\*НА ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p = 0,000$ ), возр\*Гист ( $\eta^2 = 0,87$ ,  $p = 0,028$ ), воз\*СЕР ( $\eta^2 = 0,92$ ,  $p = 0,009$ ), воз\*АДР ( $\eta^2 = 0,84$ ,  $p = 0,016$ ), воз\*ИМТ\*Корт ( $\eta^2 = 0,73$ ,  $p = 0,049$ ), воз\*ИМТ\*ИНС ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p < 0,000$ ), пол\*ИМТ\*ИНС ( $\eta^2 = 0,97$ ,  $p < 0,000$ ). Кроме того, при зависимом показателе Моч в обоих регионах оказали значимое влияние отдельно возраст ( $\eta^2 = 0,99$  и  $\eta^2 = 0,99$ ), комплексно – пол\*возр ( $\eta^2 = 0,90$  и  $\eta^2 = 0,80$ ), пол\*возр\*ИМТ

( $\eta^2 = 0,80$  и  $\eta^2 = 0,99$ ), возр\*ИМТ\*Гист ( $\eta^2 = 0,87$  и  $\eta^2 = 0,99$ ), пол\*возр\*Гист ( $\eta^2 = 0,90$  и  $\eta^2 = 0,83$ ),  $p = 0,009-0,05$ .

У жителей ПР в случае зависимой переменной Моч. к-та значимое влияние на распределение данного показателя оказывают отдельно ИМТ ( $\eta^2 = 0,82$ ,  $p = 0,014$ ), пол ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p < 0,000$ ) и совместно – возр\*АДР ( $\eta^2 = 0,91$ ,  $p = 0,007$ ), возр\*Гист ( $\eta^2 = 0,89$ ,  $p = 0,019$ ), ИМТ\*Корт ( $\eta^2 = 0,87$ ,  $p = 0,023$ ), пол\*воз\*ИМТ ( $\eta^2 = 0,84$ ,  $p = 0,021$ ), пол\*ИМТ\*Гист ( $\eta^2 = 0,65$ ,  $p = 0,033$ ), пол\*ИМТ\*Сер ( $\eta^2 = 0,76$ ,  $p = 0,013$ ), а у жителей ЮРК – воз ( $\eta^2 = 0,99$ ,  $p < 0,000$ ), ИМТ ( $\eta^2 = 0,88$ ,  $p = 0,006$ ), СЕР ( $\eta^2 = 0,80$ ,  $p = 0,008$ ), ИНС ( $\eta^2 = 0,72$ ,  $p = 0,018$ ) и комплексно – воз\*НА ( $\eta^2 = 0,80$ ,  $p = 0,028$ ), ИМТ\*АДР ( $\eta^2 = 0,88$ ,  $p = 0,010$ ), ИМТ\*НА ( $\eta^2 = 0,89$ ,  $p = 0,006$ ).

Таким образом, по результатам корреляционного и дисперсионного анализа у жителей ЮРК вклад «ИМТ» как по отдельности, так и совместно с другими рассматриваемыми факторами, особенно с биогенными аминами и катехоламинами, в обеспечении белкового обмена был выше ( $\eta^2 = 0,73-0,99$ ), чем в ПР ( $\eta^2 = 0,65-0,92$ ). Следует отметить, что у большинства лиц в ЮРК зависимость показателей белкового обмена от содержания биогенных аминов, катехоламинов, кортизола и инсулина как в отдельности, так и в сочетании с полом, возрастом, ИМТ была высокой и составила от  $\eta^2 = 0,61$  до  $\eta^2 = 0,99$  и сочеталась с достоверно низким содержанием метаболитов белкового обмена в крови, а в ПР –  $\eta^2 = 0,60-0,97$  и, наоборот, сочеталась со статистически значимым высоким уровнем метаболитов белкового обмена.

**Заключение.** В результате проведенного исследования выявлены колебания в уровне ряда метаболитов белкового обмена и гормонов у населения, проживающего на территориях различных климатогеографических регионов.

Независимо от территории проживания выявлен дисбаланс в содержании серотонина, а уровень гистамина при этом смещен в сторону высоких значений относительно нормы. Так, у 83 % лиц ПР и у 67 % ЮРК выявлено отклоне-

ние от физиологической нормы в содержании серотонина в крови. При этом в ПР у 46 % лиц значения были ниже нормы и у 37 % превышали физиологическую норму, а в ЮРК – у 17 и 50 % соответственно. Значительно превышающие норму уровни гистамина отмечены у 34 % лиц ПР и у 5 % ЮРК.

У жителей обоих регионов отмечено наличие индивидуально высоких значений креатинина, превышающих физиологическую норму: 19,1 % лиц ЮРК и 46,5 % ПР. Вместе с тем уровень мочевой кислоты, превышающий норму, в ЮРК установлен у 16 % лиц и у 26 % ПР, а ниже нормы – у 19,6 и 10,5 % соответственно. Следовательно, независимо от территории проживания отмечено увеличение в крови конечных метаболитов белкового обмена, более выраженное у жителей ПР.

Выявлено достоверное повышение содержания инсулина в крови лиц ЮРК относительно ПР. При этом независимо от места проживания уровень инсулина находился ближе к нижней границе нормы и у 6 % лиц ЮРК и 12 % ПР был ниже физиологической нормы.

У лиц, проживающих в ЮРК, отмечена активация симпато-адреналовой системы и инсулярного аппарата поджелудочной железы, выраженная увеличением экскреции адреналина и норадреналина с мочой с незначительным повышением инсулина в крови, а у жителей ПР – активация коры надпочечников со снижением инсулина в крови. В обоих регионах частота встречаемости превышающих норму концентраций адреналина больше, чем у норадреналина, и составила 55 и 64 %, 5 и 6 % в ПР и ЮРК соответственно.

Корреляционным анализом доказано, что у жителей ПР Архангельской области относительно лиц ЮРК значимо высокие концентрации креатинина, мочевины и мочевой кислоты в крови сочетались с повышенным содержанием кортизола, гистамина и сниженным уровнем инсулина. В ЮРК снижение уровня метаболитов белкового обмена сопровождалось повышенными концентрациями катехоламинов в моче, серотонина и инсулина в крови.

Дисперсионным анализом также доказано, что в ПР основными факторами, влияющими на увеличение в крови метаболитов белкового обмена, являются в большей степени норадреналин, гистамин, кортизол, как в отдельности, так и в сочетании с факторами «пол», «возраст» и в меньшей степени ИМТ (65–92 %); в ЮРК в большей степени – кортизол, инсулин,

биогенные амины, катехоламины, как в отдельности, так и в сочетании с ИМТ, возрастом и в меньшей степени с полом (73–99 %). Результаты настоящего исследования могут быть использованы для повышения эффективности выявления метаболического синдрома на ранних стадиях с учетом региональных особенностей.

### Список литературы

1. Бойко Е.Р. Физиолого-биохимические основы жизнедеятельности человека на Севере. Екатеринбург, 2005. 192 с.
2. Хаснулин, В.И., Степанов Ю.М., Шестаков В.И. Функциональные асимметрии и адаптация человека на Крайнем Севере // Бюлл. СО РАМН. 1983. № 2. С. 27–30.
3. Бичкаева Ф.А., Бойко Е.Р., Жилина Л.П., Власова О.С., Третьякова Т.В. Физиологические особенности липидного, углеводного и белкового обменов у жителей южных районов Архангельской области // Экология человека. 2006. № 3. С. 7–11.
4. Бичкаева Ф.А. Эндокринная регуляция метаболических процессов у человека на Севере. Екатеринбург, 2008. 303 с.
5. Бичкаева Ф.А., Кокоев Т.И., Джисоева Ц.Г., Джабиева З.А., Волкова Н.И. Особенности липидного обмена у жителей Приполярья и южного Кавказа // VII Сибирский съезд физиологов: материалы съезда физиологов с междунар. участием. Красноярск, 2012. С. 64–65.
6. Добродеева Л.К., Бичкаева Ф.А., Типисова Е.В., Поскотинова Л.В., Губкина З.Д. Экологическая зависимость физиологических функций человека: моногр. Архангельск, 2006. 299 с.
7. Дзагоев А.Д. География Южной Осетии: учеб. пособие. Владикавказ, 2003. 215 с.
8. Типисова Е.В., Ткачёв А.В., Поскотинова Л.В., Золкина А.Н., Вылегжанина А.В. Пределы содержания гормонов в сыворотке крови у мужчин // Пределы физиологического колебания в периферической крови метаболитов, гормонов, лимфоцитов, цитокинов и иммуноглобулинов у жителей Архангельской области: информ. материалы / под ред. д-ра мед. наук, проф. Л.К. Добродеевой. Архангельск, 2005. С. 19–24.
9. Ткачёв А.В., Бойко Е.Р., Губкина З.Д., Раменская Е.Б., Суханов С.Г. Эндокринная система и обмен веществ у человека на Севере. Сыктывкар, 1992. 156 с.
10. Бичкаева Ф.А., Нестерова Е.В., Третьякова Т.В., Власова О.С., Денисовская В.Ю., Шенгоф Б.А., Баранова Н.Ф. Взаимоотношение адреналина и параметров углеводного и липидного обмена у лиц с инсулиннезависимым сахарным диабетом, проживающих в Архангельской области // Регуляция метаболических процессов при сахарном диабете II типа / под общ. ред. д-ра мед. наук Л.К. Добродеевой. Екатеринбург, 2014. С. 152–199.
11. Олейникова О.А. Сравнительная характеристика обменных процессов у практически здоровых лиц и у лиц с сахарным диабетом в зависимости от содержания серотонина // Бюлл. СГМУ. 2011. № 1. С. 205.
12. Скворцова В.Ю., Нестерова Е.В., Шенгоф Б.А. Липидный обмен у жителей Севера в зависимости от содержания серотонина // Проблемы Арктического региона: тез. докл. 12-й междунар. науч. конф. студентов и аспирантов. Мурманск, 2012. С. 50–51.
13. Яковлева А.В., Скворцова В.Ю., Нестерова Е.В., Шенгоф А.Б. Содержание серотонина в крови у практически здоровых лиц Европейского Севера России // Экология-2011: IV междунар. молодеж. конф. Архангельск, 2011. С. 297–298.
14. Шенгоф Б.А., Нестерова Е.В., Скворцова В.Ю. Сравнительная характеристика липидного обмена у жителей Архангельской области в зависимости от содержания серотонина // Актуальные вопросы охраны здоровья населения регионов Сибири: материалы 10-й межрегион. науч.-практ. конф. молодых ученых с междунар. участием / под ред. С.В. Смирновой, О.В. Смирновой. Красноярск, 2012. С. 53–57.

15. Бичкаева Ф.А., Кокоев Т.И., Джиоева Ц.Г., Джабиева З.А., Волкова Н.И., Третьякова Т.В., Власова О.С. Сравнительная характеристика углеводного и жирового обменов у жителей, проживающих на двух различных климатогеографических территориях // Вестн. Акад. знаний. 2013. № 1(4). С. 174–181.

16. Бичкаева Ф.А., Кокоев Т.И., Джиоева Ц.Г., Джабиева З.А., Волкова Н.И., Третьякова Т.В., Власова О.С. Взаимоотношения между содержанием в сыворотке крови аполипопротеинов (а, в) и параметров липидного обмена у жителей приполярных регионов Севера и южных регионов Кавказа // Клинич. лаб. диагностика. 2013. № 1. С. 25–27.

17. Панин Л.Е. Энергетические аспекты адаптации. Л., 1978. 190 с.

18. Наследов А.Д. SPSS 15: профессиональный статистический анализ данных. СПб., 2008. 416 с.

19. Биохимия / под ред. Е.С. Северина. М., 2004. С. 417–426.

20. Foa P.P. The Secretion of Glucagon // Handbook of Physiology. 1972. Vol. 1. P. 261–277.

### References

1. Boyko E.R. *Fiziologo-biokhimicheskie osnovy zhiznedejatel'nosti cheloveka na Severe* [Physiological and Biochemical Bases of Human Life in the North]. Yekaterinburg, 2005. 192 p.

2. Khasnulin, V.I., Stepanov Yu.M., Shestakov V.I. Funktsional'nye asimmetrii i adaptatsiya cheloveka na Kraynem Severe [Functional Asymmetry and Human Adaptation in the Far North]. *Byulleten' SO RAMN*, 1983, no. 2, pp. 27–30.

3. Bichkaeva F.A., Boyko E.R., Zhilina L.P., Vlasova O.S., Tret'yakova T.V. Fiziologicheskie osobennosti lipidnogo, uglevodnogo i belkovogo obmenov u zhiteley yuzhnykh rayonov Arkhangel'skoy oblasti [Physiological Features of Metabolic Activity of Lipids, Carbohydrates and Proteins in Inhabitants of Southern Districts of Arkhangelsk Region]. *Ekologiya cheloveka*, 2006, no. 3, pp. 7–11.

4. Bichkaeva F.A. *Endokrinnaya regulyatsiya metabolicheskikh protsessov u cheloveka na Severe* [Endocrine Regulation of Metabolic Processes in Humans in the North]. Yekaterinburg, 2008. 303 p.

5. Bichkaeva F.A., Kokoev T.I., Dzhioeva Ts.G., Dzhabieva Z.A., Volkova N.I. Osobennosti lipidnogo obmena u zhiteley Pripolyar'ya i yuzhnogo Kavkaza [Lipid Metabolism in Residents of the Circumpolar Region and South Caucasus]. *VII Sibirskiy s'ezd fiziologov: materialy s'ezda fiziologov s mezhdunar. uchastiem* [7th Siberian Congress of Physiologists: Proc. Congr. of Physiologists with Int. Participation]. Krasnoyarsk, 2012, pp. 64–65.

6. Dobrodeeva L.K., Bichkaeva F.A., Tipisova E.V., Poskotinova L.V., Gubkina Z.D. *Ekologicheskaya zavisimost' fiziologicheskikh funktsiy cheloveka* [Dependence of Human Physiological Functions on the Environment]. Arkhangelsk, 2006. 299 p.

7. Dzagoev A.D. *Geografiya Yuzhnoy Osetii* [Geography of South Ossetia]. Vladikavkaz, 2003. 215 p.

8. Tipisova E.V., Tkachev A.V., Poskotinova L.V., Zolkina A.N., Vylegzhanina A.V. Predely sodержaniya gormonov v syvorotke krovi u muzhchin [Hormone Limits in the Blood Serum of Men]. *Predely fiziologicheskogo kolebaniya v perifericheskoy krovi metabolitov, gormonov, limfotsitov, tsitokinov i immunoglobulinov u zhiteley Arkhangel'skoy oblasti: inform. materialy* [The Range of Physiological Variations of Metabolites, Hormones, Lymphocytes, Cytokines and Immunoglobulins in the Peripheral Blood of Arkhangelsk Region Residents: Information Materials]. Arkhangelsk, 2005, pp. 19–24.

9. Tkachev A.V., Boyko E.P., Gubkina Z.D., Ramenskaya E.B., Sukhanov S.G. *Endokrinnaya sistema i obmen veshchestv u cheloveka na Severe* [Human Endocrine System and Metabolism in the North]. Syktyvkar, 1992. 156 p.

10. Bichkaeva F.A., Nesterova E.V., Tret'yakova T.V., Vlasova O.S., Denisovskaya V.Yu., Shengof B.A., Baranova N.F. Vzaimootnoshenie adrenalina i parametrov uglevodnogo i lipidnogo obmena u lits s insulinnezavisimym sakharnym diabetom, prozhivayushchikh v Arkhangel'skoy oblasti [The Relationship Between Adrenaline and Parameters of Carbohydrate and Lipid Metabolism in Patients with Non-Insulin-Dependent Diabetes Living in the Arkhangelsk Region]. *Regulyatsiya metabolicheskikh protsessov pri sakharnom diabete II tipa* [Regulation of Metabolic Processes in Diabetes Mellitus Type II]. Yekaterinburg, 2014, pp. 152–199.

11. Oleynikova O.A. Sravnitel'naya kharakteristika obmennykh protsessov u prakticheski zdorovykh lits i u lits s sakharnym diabetom v zavisimosti ot sodержaniya serotoninina [Comparative Characteristics of Metabolic Processes in Healthy Individuals and in Those with Diabetes, Depending on Serotonin Content]. *Byulleten' SGMU*, 2011, no. 1, p. 205.

12. Skvortsova V.Yu., Nesterova E.V., Shengof B.A. Lipidnyy obmen u zHITELEY Severa v zavisimosti ot sodержaniya serotoninina [Lipid Metabolism in Residents of the North, Depending on Serotonin Content]. *Problemy Arkticheskogo regiona: tez. dokl. 12-y mezhdunar. Nauch. konf. studentov i aspirantov* [Problems of the Arctic Region: Outline Reports 12th Int. Sci. Conf. of Students and Postgraduates]. Murmansk, 2012, pp. 50–51.

13. Yakovleva A.V., Skvortsova V.Yu., Nesterova E.V., Shengof A.B. Soderzhanie serotoninina v krovi u prakticheskoi zdorovyykh lits Evropeyskogo Severa Rossii [Serotonin Content in the Blood of Healthy Individuals in the European North of Russia]. *Ekologiya-2011: IV mezhdunar. molodezh. konf.* [Ecology 2011: 4th Int. Youth Conf.]. Arkhangel'sk, 2011, pp. 297–298.

14. Shengof B.A., Nesterova E.V., Skvortsova V.Yu. Sravnitel'naya kharakteristika lipidnogo obmena u zHITELEY Arkhangel'skoy oblasti v zavisimosti ot sodержaniya serotoninina [Comparative Characteristics of Lipid Metabolism in Residents of the Arkhangel'sk Region, Depending on Serotonin Content]. *Aktual'nye voprosy okhrany zdorov'ya naseleniya regionov Sibiri: mat. 10-y mezhregion. nauch.-prakt. konf. molodykh uchenykh s mezhdunar. uchastiem* [Current Public Health Problems in Siberia: Proc. 10th Interregional Sci. Conf. of Young Scientists with Int. Participation]. Krasnoyarsk, 2012, pp. 53–57.

15. Bichkaeva F.A., Kokoev T.I., Dzhioeva Ts.G., Dzhabiya Z.A., Volkova N.I., Tretyakova T.V., Vlasova O.S. Sravnitel'naya kharakteristika uglevodnogo i zhirovoogo obmenov u zHITELEY, prozhivayushchikh na dvukh razlichnykh klimatogeograficheskikh territoriyakh [Comparative Characteristics of Carbohydrate and Fat Metabolism in the Residents Living in Two Different Climatic Areas]. *Vestnik Akademii znaniy*, 2013, no. 1(4), pp. 174–181.

16. Bichkaeva F.A., Kokoev T.I., Dzhioeva Ts.G., Dzhabiya Z.A., Volkova N.I., Tretyakova T.V., Vlasova O.S. Vzaimootnosheniya mezhdu sodержaniem v syvorotke krovi apolipoproteinov (a, v) i parametrov lipidnogo obmena u zHITELEY pripolyarnykh regionov Severa i yuzhnykh regionov Kavkaza [The Content of Apolipoproteins in the Blood Serum and Parameters of Lipid Metabolism in the Population of Circumpolar Regions and Southern Regions of Caucasus]. *Klinicheskaya laboratornaya diagnostika*, 2013, no. 1, pp. 25–27.

17. Panin L.E. *Energeticheskie aspekty adaptatsii* [Energy Aspects of Adaptation]. Leningrad, 1978. 190 p.

18. Nasledov A.D. *SPSS 15: professional'nyy statisticheskiy analiz dannykh* [SPSS 15: Professional Statistical Analysis of Data]. St. Petersburg, 2008. 416 p.

19. Biokhimiya [Biochemistry]. Ed. by Severin E.S. Moscow, 2004, pp. 417–426.

20. Foa P.P. The Secretion of Glucagon. *Handbook of Physiology*, 1972, vol. 1, pp. 261–277.

***Bichkaeva Fatima Artemovna***

The Institute of Environmental Physiology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences;  
Institute of Natural Sciences and Technologies,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangel'sk, Russia)

***Bichkaev Artem Albertovich***

The Institute of Environmental Physiology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangel'sk, Russia)

***Volkova Natalya Ivanovna***

Institute of Natural Sciences and Technologies,  
Northern (Arctic) Federal University named after M.V. Lomonosov (Arkhangel'sk, Russia)

***Vlasova Olga Sergeevna***

The Institute of Environmental Physiology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangel'sk, Russia)

***Tretyakova Tatyana Vasilyevna***

The Institute of Environmental Physiology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangel'sk, Russia)

*Shengof Boris Aleksandrovich*

The Institute of Environmental Physiology,  
Ural Branch of the Russian Academy of Sciences (Arkhangelsk, Russia)

### THE MODULATING EFFECT OF BIOGENIC AMINES, INSULIN AND CORTISOL ON PROTEIN METABOLISM IN RESIDENTS OF DIFFERENT CLIMATIC REGIONS

The paper identified the rates of protein metabolism, biogenic amines, catecholamines, cortisol and insulin in adult population of the Circumpolar region (CR) in the Arkhangelsk Region and of South Caucasus (SC) in the Republic of South Ossetia aged 20 to 65 years. Residents of SC had a significant decrease of creatinine, urea and uric acid in the blood, accompanied by the activation of the sympathoadrenal system and insular apparatus of pancreas. The residents of CR had a significant increase in metabolites of protein metabolism with activation of the adrenal cortex and a decrease in insulin levels in the blood. In both regions, the incidence of adrenaline exceeding standard physiological concentrations was higher than that of noradrenaline: 55 and 64 % for adrenaline and 5 and 6 % for noradrenaline in CR and SC respectively. The correlation and regression analyses confirmed that the total protein level in the blood of people from CR depends on catecholamines (adrenaline, noradrenaline) and biogenic amines (serotonin, histamine) as well as that the content of its metabolites depends on the level of histamine and adrenaline. At the same time, in SC residents the levels of total protein and urea depend on the serotonin content, though mediated by uric acid. Besides, the greatest contribution to the changes in protein metabolism of CR residents was made by noradrenaline, histamine, and cortisol, either alone or in combination with such factors as sex, age, and, least of all, body mass index (65–92 %). In SC residents these were insulin, catecholamines, and biogenic amines, either alone or in combination with such factors as body mass index, age, and, least of all, sex (73–99 %). The results of this study can be used to detect metabolic syndrome at an early stage, taking into account regional peculiarities.

**Keywords:** *protein metabolism, catecholamines, biogenic amines, insulin, cortisol, circumpolar region, Arkhangelsk Region, South Caucasus, South Ossetia.*

*Контактная информация:*

Бичкаева Фатима Артёмовна

*адрес:* 163061, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;

*e-mail:* fatima@ifpa.uran.ru

Бичкаев Артём Альбертович

*адрес:* 163061 г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;

*e-mail:* baa29my15@yandex.ru

Волкова Наталья Ивановна

*адрес:* 163002, г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 4;

*e-mail:* natalja200958@mail.ru

Власова Ольга Сергеевна

*адрес:* 163061 г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;

*e-mail:* olgawlassova@mail.ru

Третьякова Татьяна Васильевна

*адрес:* 163061 г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;

*e-mail:* tretyakova.t73@mail.ru

Шенгоф Борис Александрович

*адрес:* 163061 г. Архангельск, просп. Ломоносова, д. 249;

*e-mail:* b-shengof@yandex.ru