

УДК 616.155

<https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/21>

ХАРАКТЕРИСТИКА БИОХИМИЧЕСКИХ И ГЕМАТОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА РАЗЗАКОВ

©Нурланбек кызы С., Кыргызский национальный университет
им. Ж. Баласагына, г. Бишкек, Кыргызстан

©Казыбекова А. А., канд. биол. наук, Институт горной физиологии и медицины НАН КР;
Кыргызский национальный университет им. Ж. Баласагына, г. Бишкек, Кыргызстан

CHARACTERISTICS OF BIOCHEMICAL AND HEMATOLOGICAL PARAMETERS IN RESIDENTS OF THE CITY OF RAZZAKOV

©Nurlanbek kyzy S., Kyrgyz National University named after J. Balasagyn, Bishkek, Kyrgyzstan

©Kazykbekova A., Ph.D., Institute of Mountain Physiology and Medicine National Academy of Sciences of the Kyrgyz Republic; Kyrgyz National University named after J. Balasagyn, Bishkek, Kyrgyzstan

Аннотация. Цель исследования — оценка биохимических и гематологических показателей у жителей Раззакова в условиях хронической гипоксии высокогорья. Проведён сравнительный анализ с 3000 жителями Бишкека, выявлены статистически значимые различия ($p < 0,001$). У жителей Раззакова зафиксированы повышенные уровни гемоглобина, эритроцитов и сывороточного железа, отражающие компенсаторные адаптации. Также отмечено повышение билирубина, АЛТ, АСТ и глюкозы, указывающее на метаболическую нагрузку. Результаты подчёркивают необходимость учета региональных особенностей при интерпретации лабораторных данных и разработки локальных нормативов.

Abstract. The aim of the study was to evaluate biochemical and hematological parameters in residents of Razzakov under conditions of chronic highland hypoxia. A comparative analysis was conducted with 3,000 residents of Bishkek, and statistically significant differences were revealed ($p < 0.001$). Residents of Razzakov had elevated levels of hemoglobin, erythrocytes, and serum iron, reflecting compensatory adaptations. An increase in bilirubin, ALT, AST, and glucose was also noted, indicating metabolic stress. The results emphasize the need to take into account regional characteristics when interpreting laboratory data and developing local standards.

Ключевые слова: гипоксия, адаптация, гемоглобин, биохимические показатели, высокогорье.

Keywords: hypoxia, adaptation, hemoglobin, biochemical parameters, high altitude.

Город Раззаков, ранее известный как Исфана, — небольшой населённый пункт, расположенный в южной части Ферганской долины, на западе Баткенской области, в юго-западной части Кыргызстана. 18 марта 2022 года он был официально переименован из Исфаны в Раззаков. Согласно данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики, численность населения города вместе с подчинёнными сёлами составляет 34

219 человек, из которых 23 038 проживают непосредственно в Раззакове (<https://goo.su/xsMv>).

Изучение биохимических и гематологических параметров жителей города Раззаков является важным для диагностики и профилактики различных заболеваний, включая сердечно-сосудистые, эндокринные и инфекционные патологии. Достоверные данные о нормальных значениях этих показателей среди местного населения необходимы для обеспечения точности диагностики и эффективности лечения.

В городе Раззаков сохраняется проблема загрязнения воды тяжёлыми металлами. Институт биологии Национальной академии наук Кыргызской Республики проводил экспедиционные исследования, в ходе которых осуществлялся отбор проб сточных вод и почвы в разных районах, включая Раззаков, с целью определения уровня загрязнения тяжёлыми металлами.

В соседних районах, таких как Сумсар, источником постоянного загрязнения реки Сумсар являются заброшенные хвостохранилища. Они приводят к систематическому попаданию в воду солей тяжёлых металлов, таких как свинец, цинк, кадмий и сурьма (<https://goo.su/0Hox218>).

Сахарный диабет остаётся одной из наиболее актуальных проблем здравоохранения во всём мире, и город Раззаков не является исключением. Согласно данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики, в 2017 г уровень смертности от сахарного диабета в Баткенской области составлял 6,1 случая на 100 000 населения (<https://goo.su/PqQJVI>).

В терапевтическое отделение Баткенской областной больницы чаще всего поступают пациенты с сахарным диабетом и хроническими заболеваниями лёгких. Кроме того, в регионе широко распространены патологии печени и почек. По данным Национального статистического комитета Кыргызской Республики, в период с 2015 г по 2019 г в Баткенской области были зарегистрированы случаи смертности от болезней органов пищеварения, что может свидетельствовать о высокой заболеваемости печени (<https://goo.su/PqQJVI>).

Дополнительно, в 2025 г сообщалось о сложностях с предоставлением гемодиализных услуг в Баткене, что свидетельствует о значительном числе пациентов с почечной недостаточностью (<https://goo.su/maTR>).

Цель исследования: охарактеризовать биохимические и гематологические показатели у жителей города Раззаков с целью оценки состояния их здоровья, выявления возможных отклонений от нормы и ранней диагностики таких нарушений, как заболевания сердца, печени, почек, а также метаболические и иммунологические расстройства.

Материалы и методы исследований

Работа была выполнена на базе лаборатории Раззаков ЛЦОВП.

В исследование были включены 3000 жителей города Раззаков, поровну распределённых по полу: 1500 мужчин и 1500 женщин, преимущественно в возрасте от 20 до 60 лет. Город Раззаков расположен на высоте около 1500 м над у м, что обуславливает особенности климата и гипоксическую нагрузку, влияющую на физиологические параметры организма. Участие населения региона с высокогорным климатом позволяет оценить адаптационные изменения в биохимических и гематологических показателях, обусловленные хронической гипобарической гипоксией. Для получения объективных данных у всех испытуемых были взяты образцы венозной крови. Чтобы минимизировать возможные преаналитические ошибки, строго соблюдались стандартизированные протоколы подготовки пациентов, процедуры забора, хранения и последующей обработки

биоматериала. Такой подход обеспечил достоверность и воспроизводимость полученных результатов.

Для соблюдения точности исследования предварительно сформулировали критерии отбора участников. *Критерии включения:* мужчины и женщины в возрасте 20-60 лет; отсутствие острых воспалительных заболеваний в течение последних двух недель; отсутствие хронических заболеваний, способных повлиять на показатели крови (например, сахарного диабета, хронической почечной недостаточности); согласие на участие в исследовании. *Критерии исключения:* наличие гормональной или иммуномодулирующей терапии; курение или употребление алкоголя за 48 часов до забора крови; недавние хирургические вмешательства или значительные кровопотери; лица с известной гемофилией или другими заболеваниями крови.

Перед взятием проб заранее информировали всех участников исследования о необходимости соблюдения стандартных условий подготовки. *Основные требования включали:* забор крови натощак — последний приём пищи не позднее, чем за 8-12 часов до процедуры. Это исключало влияние пищевых факторов на биохимические показатели; ограничение физических нагрузок — чтобы избежать колебаний метаболических параметров, участникам рекомендовалось не заниматься спортом за сутки до сдачи анализа; исключение стрессовых факторов — поскольку стресс может повлиять на показатели крови, пациенты перед процедурой проводили 10-15 минут в спокойном состоянии; контроль приёма лекарств — в случаях, когда испытуемые принимали медикаменты, мы фиксировали эту информацию, чтобы учитывать её при интерпретации данных [2].

Для выполнения биохимических анализов, был использован HUMALYZER Primus (Рисунок 1) с фотометрическим методом измерения, основанный на определении оптической плотности раствора. Это стандартный метод для полуавтоматических биохимических анализаторов.



Рисунок 1. HUMALYZER Primus

Типы методов, применяемых на HUMALYZER Primus:

1. Кинетический метод: Измерение изменения оптической плотности во времени. Используется для ферментативных реакций, таких как определение активности АЛТ, АСТ и других ферментов.

2. Конечная точка (Endpoint): Измерение оптической плотности после завершения реакции. Применяется для определения таких параметров, как глюкоза, общий белок, мочевины.

3. Двухволновое измерение: Измерение оптической плотности на двух длинах волн для компенсации фонового поглощения и повышения точности.

Часто используемые длины волн: 340 нм (ферментативные реакции, NADH/NAD⁺); 405 нм, 505 нм, 546 нм, 600 нм и другие (в зависимости от теста). Каждый тест имеет свою уникальную методику, которая описана в инструкции к реагентам. Общий анализ крови (ОАК) с использованием микроскопа проводился следующим образом: после забора капиллярной готовится тонкий мазок на предметном стекле, который затем фиксируется и окрашивается (по Романовскому–Гимзе). После высушивания окрашенный мазок изучают под световым микроскопом. В процессе микроскопии оцениваются морфологические особенности клеток крови: форма, размер и окраска эритроцитов, количество и виды лейкоцитов (с построением лейкоцитарной формулы), наличие патологических форм, а также приблизительное количество тромбоцитов. Этот метод позволяет выявить признаки анемий, инфекционно-воспалительных заболеваний, кровотечений, паразитарных инвазий и других гематологических нарушений.

Для определения СОЭ используется метод Панченкова, применяется при исследовании капиллярной крови и использует стеклянную градуированную трубку. Кровь смешивается с антикоагулянтом (цитратом натрия), чтобы предотвратить свертывание. Затем она помещается в специальную вертикальную трубку, и спустя час измеряется высота столбика плазмы, образовавшегося над осевшими эритроцитами (в мм/ч).

Результаты и их обсуждения

В ходе исследования был проведен анализ ключевых гематологических и биохимических показателей у 3000 жителей горных районов (г. Раззаков) и 3000 жителей города Бишкек. В выборку вошли следующие показатели: железо, АЛТ, АСТ, глюкоза, билирубин, гемоглобин, эритроциты, лейкоциты, тромбоциты и скорость оседания эритроцитов (СОЭ). Анализ результатов у жителей горных районов показал, повышенные значения гемоглобина и эритроцитов. Гемоглобин (162,3 г/л) и эритроциты ($5,9 \times 10^6$ /мкл) находятся ближе к верхней границе нормы, при этом более 70% участников находятся в этом диапазоне. Это типично для жителей высокогорья, где в условиях хронической гипоксии происходит физиологическая компенсация — стимуляция эритропоэза для улучшения транспорта кислорода. Гематологическая адаптация — подтверждается и нормальным уровнем тромбоцитов и лейкоцитов, без признаков патологических сдвигов.

Биохимические показатели печени (АЛТ, АСТ, билирубин). АЛТ и АСТ: в среднем находятся в пределах нормы, но ближе к верхней границе. Это может говорить о физиологической нагрузке на печень, возможно повышенного потребления белка. Билирубин (19 мкмоль/л при верхней границе 21) — тоже ближе к максимуму у 68% испытуемых, что может быть следствием: повышенного гемолиза, умеренной гипоксии тканей. Такой уровень билирубина может быть адаптивным, а не патологическим.

Глюкоза (5,4 ммоль/л) значение в пределах нормы, но ближе к верхней границе у 70% участников. Возможна умеренная инсулинорезистентность как адаптивная реакция на постоянный метаболический стресс. Диета с повышенным содержанием углеводов. Гипоксия может снижать чувствительность тканей к инсулину, что требует компенсаторного увеличения уровня глюкозы.

Полученные данные не свидетельствуют о патологии, а скорее отражают нормальную физиологическую адаптацию организма к жизни в условиях города Раззаков: усиление кислородтранспортной функции крови (гемоглобин, эритроциты), возможно, легкое

повышение билирубина — как следствие ускоренного обмена, стабильный уровень глюкозы, указывающий на хорошую метаболическую адаптацию.

Таблица 1

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ БИОХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ
 У ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА РАЗЗАКОВ

<i>Показатель</i>	<i>Среднее значение</i>	<i>Референсные значения</i>	<i>Количество людей в верхней границе</i>	<i>% от общего числа (n=3000)</i>
Железо (мкмоль/л)	24,5	10,7–26,0	1875	75
АЛТ (Ед/л)	35	5–40	1980	66
АСТ (Ед/л)	34	5–38	1860	62
Глюкоза (ммоль/л)	5,4	3,9–6,1	2100	70
Билирубин (мкмоль/л)	19	5–21	2040	68

Таблица 2

ПОЛУЧЕННЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОАК У ЖИТЕЛЕЙ ГОРОДА РАЗЗАКОВ

<i>Показатель</i>	<i>Среднее значение</i>	<i>Референсные значения</i>	<i>Количество людей в верхней границе</i>	<i>% от общего числа (n=3000)</i>
Гемоглобин (г/л)	162,3	120–170	1950	78
Эритроциты ($\times 10^6$ /мкл)	5,9	4,2–6,0	1820	72,8
Лейкоциты ($\times 10^3$ /мкл)	7,5	4,0–9,0	2256	75,2
Тромбоциты ($\times 10^3$ /мкл)	260	150–400	2280	76,0
СОЭ (мм/ч)	12	2–20	2160	72,0

Анализ представленных гематологических и биохимических данных в Таблицах 1 и 2 демонстрирует чёткие различия между жителями города Раззаков и города Бишкек, что отражает особенности физиологической адаптации к условиям хронической гипоксии. У жителей горных районов значительно выше показатели гемоглобина и эритроцитов. Это ожидаемо, поскольку в условиях сниженного атмосферного давления и парциального давления кислорода организм активизирует выработку эритропоэтина, что стимулирует эритропоэз. Повышенная концентрация гемоглобина обеспечивает более эффективный транспорт кислорода, компенсируя его дефицит в окружающей среде. Также уровень железа в сыворотке у горных жителей выше, что необходимо для поддержания усиленного синтеза гемоглобина.

Лейкоциты и скорость оседания эритроцитов (СОЭ) также несколько выше в горной группе. Эти показатели находятся в пределах нормы, но их незначительное повышение может быть связано с адаптационными стресс-факторами — такими как повышенная физическая активность, ультрафиолетовое излучение и температурные колебания. Это может говорить о некотором метаболическом напряжении и мобилизации иммунной системы.

Показатели печеночных ферментов (АЛТ и АСТ) у горных жителей находятся ближе к верхней границе нормы, что может свидетельствовать о компенсаторной активности печени. Возможная причина — усиленное разрушение эритроцитов (гемолиз) и переработка продуктов метаболизма, характерные при гипоксической нагрузке. Это также подтверждается повышенным уровнем общего билирубина, что, при отсутствии клинических проявлений, скорее является проявлением ускоренного обмена, а не патологии.

Глюкоза крови у жителей года Раззаков также находится ближе к верхнему пределу нормы. Это может быть отражением адаптивной метаболической реакции на повышенные энергетические затраты, характерные для условий гор (переохлаждение, физические

нагрузки), а также возможного умеренного снижения чувствительности тканей к инсулину в условиях гипоксии.

Жители Бишкека, напротив, демонстрируют более «усреднённые» показатели, типичные для равнинной зоны. Их значения гемоглобина, эритроцитов, железа и билирубина ниже, но также находятся в пределах нормы. Биохимические показатели печени и глюкозы также чуть ниже, что отражает отсутствие значимых гипоксических нагрузок на организм.

Таблица 3

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА
 С РЕЗУЛЬТАТАМИ БИОХИМИЧЕСКИХ АНАЛИЗОВ ЖИТЕЛЕЙ Г. РАЗЗАКОВ И Г.БИШКЕК

Показатель	Горные районы (n = 3000)	Бишкек (n = 3000)	Референсные значения
Железо (мкмоль/л)	24,5	18,9	10,7–26,0
АЛТ (Ед/л)	35	28	5–40
АСТ (Ед/л)	34	27	5–38
Глюкоза (ммоль/л)	5,4	5,1	3,9–6,1
Билирубин общий (мкмоль/л)	19	15,5	5–21

Таблица 4

СРАВНИТЕЛЬНАЯ ТАБЛИЦА С РЕЗУЛЬТАТАМИ ОАК ЖИТЕЛЕЙ Г. РАЗЗАКОВ И Г.БИШКЕК

Показатель	Горные районы (n = 3000)	Бишкек (n = 3000)	Референсные значения
Гемоглобин (г/л)	162,3	140,6	120–170
Эритроциты ($\times 10^6$ /мкл)	5,9	4,8	4,2–6,0
Лейкоциты ($\times 10^3$ /мкл)	7,5	6,4	4,0–9,0
Тромбоциты ($\times 10^3$ /мкл)	260	270	150– 400
СОЭ (мм/ч)	12	10,2	2–15

Таким образом, совокупность данных позволяет говорить о выраженной физиологической адаптации жителей гор к условиям пониженного кислородного давления. Эти адаптации носят функциональный характер и укладываются в рамки физиологической нормы, не переходя в патологические состояния. Анализ подчёркивает важность учёта географических и климатических факторов при интерпретации лабораторных показателей и проведении клинических обследований.

Статистический анализ выявил значимые различия ($p < 0,001$) между большинством показателей двух групп, что подтверждает влияние условий проживания на гематологические параметры. Длительное пребывание в условиях города Раззаков способствует формированию стойких изменений в системе крови, обеспечивая эффективное снабжение организма кислородом. В то же время у жителей города Бишкек уровни всех показателей соответствуют норме, но не демонстрируют компенсаторных сдвигов, характерных для горных районов.

Сравнительный анализ показал, что у жителей г. Раззаков наблюдаются более высокие значения железа, гемоглобина, эритроцитов и лейкоцитов по сравнению с жителями г. Бишкек. Эти различия указывают на адаптационные механизмы, развившиеся у населения высокогорных районов в ответ на хроническую гипоксию. В то же время уровень тромбоцитов оказался немного выше у горожан, что может быть обусловлено иными условиями среды или образом жизни. Показатель СОЭ также выше в горной местности, что может отражать особенности иммунного ответа. В целом график демонстрирует статистически значимые различия, подтверждающие влияние географических условий на физиологические параметры крови.

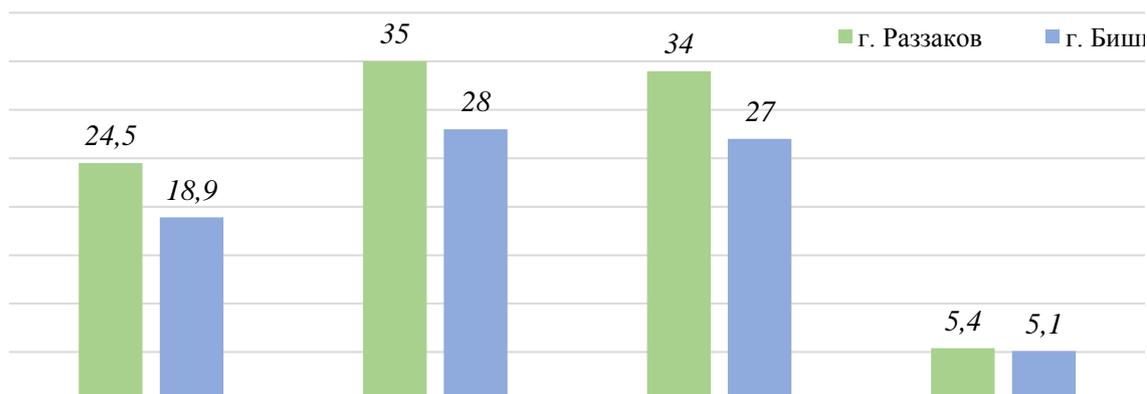


Рисунок 2. Сравнительный график биохимических показателей у жителей г. Раззаков и г. Бишк (данные по городу Бишк приведены на основании информации, представленной в статистических и аналитических источниках [2] <https://goo.su/m3iWt>; <https://clck.ru/3Mufqb>)

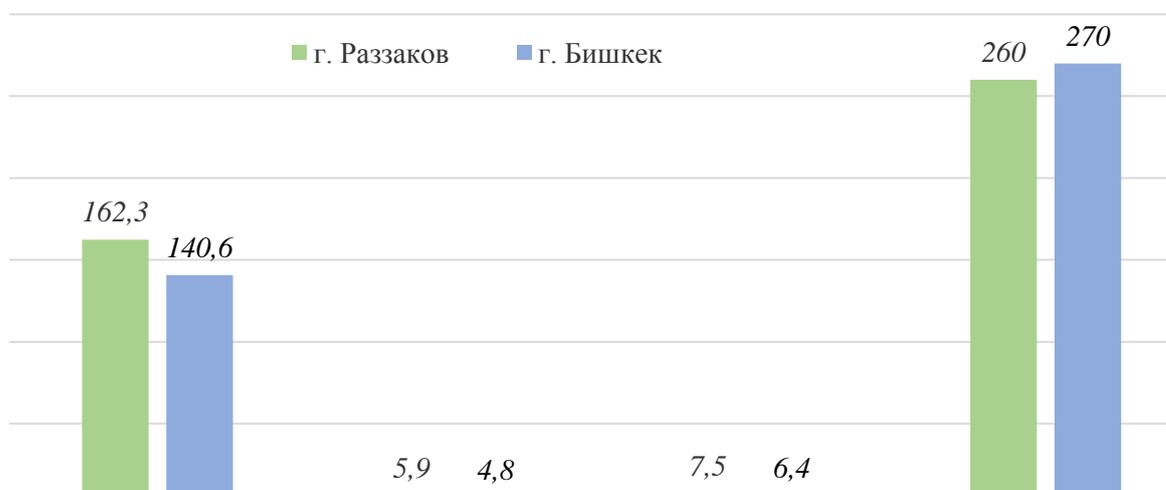


Рисунок 3. Сравнительный график показателей ОАК у жителей г. Раззаков и г. Бишкек (данные по городу Бишкек приведены на основании информации, представленной в статистических и аналитических источниках [2] <https://goo.su/m3iWt>; <https://clck.ru/3Mufqb>)

Проведённое исследование, включавшее сравнительный анализ ключевых гематологических и биохимических показателей у 3000 жителей г. Раззаков и 3000 жителей г. Бишкек, позволило выявить достоверные различия ($p < 0,001$), обусловленные условиями проживания и характером адаптации организма к хронической гипоксии.

У жителей г. Раззаков отмечены физиологически значимые изменения, свидетельствующие о системной адаптации к пониженному парциальному давлению кислорода. В частности, зарегистрированы повышенные уровни гемоглобина (в среднем 162,3 г/л) и эритроцитов ($5,9 \times 10^6$ /мкл), приближающиеся к верхней границе нормы у большинства обследованных. Эти изменения отражают активизацию эритропоэза как компенсаторный механизм, направленный на усиление кислородтранспортной функции крови. Повышенный уровень сывороточного железа у данной группы дополнительно подтверждает метаболическую поддержку усиленного синтеза гемоглобина.

Уровни билирубина, АЛТ и АСТ у жителей г. Раззаков также находятся ближе к верхним границам референсных значений, что может быть связано с усиленным гемолизом, переработкой продуктов обмена и метаболическим напряжением, возникающим на фоне гипоксии. Тем не менее, такие изменения не выходят за пределы физиологической нормы и интерпретируются как часть адаптационного процесса.

Глюкоза крови у жителей гор также демонстрирует тенденцию к повышению (в среднем 5,4 ммоль/л), что, вероятно, отражает адаптивную инсулинорезистентность — результат метаболического стресса и энергетических затрат в условиях гипоксии и физической нагрузки.

При этом показатели лейкоцитов, тромбоцитов и СОЭ у горных жителей сохраняются в пределах нормы, несмотря на их незначительное повышение, что может свидетельствовать о мобилизации иммунной системы в ответ на экологические стрессоры (ультрафиолетовое излучение, температурные колебания и физическая активность), типичные для высокогорья.

В противоположность этому, у жителей города Бишкек большинство показателей остаются в среднем диапазоне референсных значений, что соответствует норме при отсутствии гипоксической нагрузки. Отсутствие выраженных компенсаторных механизмов подтверждает стабильные физиологические условия обитания.

Таким образом, результаты исследования демонстрируют, что проживание в условиях высокогорья вызывает устойчивые, но не патологические изменения в гематологических и биохимических параметрах, отражающие высокую степень физиологической адаптации организма. Эти изменения направлены на поддержание адекватного кислородоснабжения и метаболического гомеостаза в условиях хронической гипоксии и являются примером нормальных адаптационных реакций. Полученные данные подчёркивают необходимость учёта региональных и климатических факторов при интерпретации лабораторных показателей и проведении клинической диагностики.

Список литературы:

1. Зулпиев С. Н., Сурмач Е. М., Пронько Т. П. Базовые показатели биохимического анализа крови. Гродно, 2023.
2. Демографический ежегодник Кыргызской Республики: 2019–2023. Бишкек, 2024.

References:

1. Zulpiev, S. N., Surmach, E. M., & Pron'ko, T. P. (2023). Bazovye pokazateli biokhimicheskogo analiza krovi. Grodno. (in Russian).
2. Demograficheskiy ezhegodnik Kyrgyzskoi Respubliki: 2019–2023 (2024). Bishkek. (in Russian).

*Работа поступила
в редакцию 12.05.2025 г.*

*Принята к публикации
22.05.2025 г.*

Ссылка для цитирования:

Нурланбек кызы С., Казыбекова А. А. Характеристика биохимических и гематологических показателей у жителей города Раззаков // Бюллетень науки и практики. 2025. Т. 11. №7. С. 166-173. <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/21>

Cite as (APA):

Nurlanbek kyzy, S., & Kazykbekova, A. (2025). Characteristics of Biochemical and Hematological Parameters in Residents of the City of Razzakov. *Bulletin of Science and Practice*, 11(7), 166-173. (in Russian). <https://doi.org/10.33619/2414-2948/116/21>