

<https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-2-209-217>

УДК 621.391.26

Прогностическое моделирование неблагоприятных исходов лечения травм коленного сустава у пациентов с сахарным диабетом

С. Н. Родионова¹, Я. Н. Тишин¹ , А. А. Бабкин¹

¹ Юго-Западный государственный университет

ул. 50 лет Октября, д. 94, г. Курск 305040, Российская Федерация

✉ e-mail: tisinaroslav5@gmail.com

Abstract

Цель исследования. Выявление ключевых факторов риска и создание математической модели для прогнозирования результатов лечения травм коленного сустава у пациентов с сахарным диабетом – цели исследования.

Методы. Для решения поставленной задачи использован комплекс методов, позволяющих учитывать множество факторов, влияющих на риск травматизации колена у пациентов с сахарным диабетом. В их числе – дескриптивная статистика для характеристики выборки (среднее значение, стандартное отклонение, медиана, квартили), корреляционный анализ коэффициентов Спирмена и Пирсона для выявления взаимосвязей между переменными, а также логистическая регрессия и методы машинного обучения (Random Forest и SVM) для построения и оценки прогностических моделей. Такой подход обеспечивает глубокое изучение взаимосвязей между клиническими и функциональными показателями, что позволяет создать точные и надёжные прогностические модели. В результате это способствует улучшению оценки риска и разработки индивидуальных профилактических подходов, а также персонализированных методов терапии, что значительно повышает эффективность лечения.

Результаты. Обнаружена корреляция между уровнем HbA1c и частотой инфекционных осложнений ($r = 0,68$, $p < 0,01$). Разработана математическая модель, позволяющая прогнозировать неблагоприятный исход лечения с точностью до 89 % ($AUC = 0,89$). Прогностическая модель выявила ключевые факторы риска неблагоприятных исходов лечения, включая уровень HbA1c, превышающий 7,5 %, ИМТ более 30 кг/м² и возраст старше 60 лет.

Заключение. В данной работе прогностическая модель работает с точностью 86 %, что является хорошим диагностическим показателем и инструментом оценки риска для решения важной задачи медицинского прогнозирования и профилактики осложнений.

Ключевые слова: сахарный диабет; травмы коленного сустава; факторы риска; прогностическое моделирование; машинное обучение; медицинские информационные системы.

Конфликт интересов: Авторы декларируют отсутствие конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

Для цитирования: Родионова С. Н., Тишин Я. Н., Бабкин А. А. Прогностическое моделирование неблагоприятных исходов лечения травм коленного сустава у пациентов с сахарным диабетом // Известия Юго-Западного государственного университета. Серия: Управление, вычислительная техника, информатика. Медицинское приборостроение. 2026. Т. 16, № 2. С. 209–217. <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-2-209-217>.

Поступила в редакцию 19.04.2026

Подписана в печать 17.05.2026

Опубликована 30.06.2026

© Родионова С. Н., Тишин Я. Н., Бабкин А. А., 2026

Prognostic modeling of adverse outcomes of knee joint injury treatment in patients with diabetes mellitus

Sofia N. Rodionova¹, Yaroslav N. Tishin¹✉, Andrey A. Babkin¹

¹ Southwest State University
50 Let Oktyabrya Str. 94, Kursk 305040, Russian Federation

✉ e-mail: tisin Yaroslav5@gmail.com

Резюме

Purpose of research. The objectives of the study are to identify key risk factors and create a mathematical model for predicting treatment outcomes for knee injuries in patients with diabetes mellitus.

Methods. To solve this problem, a set of methods was used to take into account many factors affecting the risk of knee injury in patients with diabetes mellitus. These include descriptive statistics for sample characteristics (such as mean, standard deviation, median, quartiles), correlation analysis of Spearman and Pearson coefficients to identify relationships between variables, as well as logistic regression and machine learning methods (Random Forest and SVM) for building and evaluating predictive models. This approach provides an in-depth study of the relationships between clinical and functional indicators, which makes it possible to create accurate and reliable predictive models. As a result, this contributes to improved risk assessment and the development of individual preventive approaches, as well as personalized therapies, which significantly increases the effectiveness of treatment.

Results. A correlation was found between the level of HbA1c and the frequency of infectious complications ($r = 0,68$, $p < 0,01$). A mathematical model was developed that allows predicting an unfavorable treatment outcome with an accuracy of 89 % (AUC = 0,89). The prognostic model identified key risk factors for adverse treatment outcomes, including HbA1c levels exceeding 7,5 %, BMI over 30 kg/m² and age over 60 years.

Conclusion. In this work the predictive model works with an accuracy of 86 %, which is a good diagnostic indicator and a risk assessment tool for solving the important task of medical forecasting and prevention of complications.

Keywords: diabetes mellitus; knee injuries; risk factors; predictive modeling; machine learning; medical information systems.

Conflict of interest: The authors declares no conflict of interest related to the publication of this article.

For citation: Tishin Y.N., Babkin A.A., Rodionova S.N. Prognostic modeling of adverse outcomes of knee joint injury treatment in patients with diabetes mellitus. *Izvestiya Yugo-Zapadnogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya: Upravlenie, vychislitel'naya tekhnika, informatika. Meditsinskoe priborostroenie* = *Proceedings of the Southwest State University. Series: Control, Computer Engineering, Information Science. Medical Instruments Engineering*. 2026;16(2):209–217. (In Russ.) <https://doi.org/10.21869/2223-1536-2026-16-2-209-217>.

Received 19.04.2026

Accepted 17.05.2026

Published 30.06.2026

Введение

Травмы коленного сустава представляют собой серьезную проблему в ортопедической практике, особенно у пациентов с хроническими заболеваниями,

такими как сахарный диабет [1]. Сахарный диабет характеризуется стойкой гипергликемией, приводящей к различным осложнениям, включая микро- и макроангиопатию, невропатию и повышенный риск инфицирования [2].

Эти осложнения могут затруднить лечение травм колена, замедляя процесс заживления и повышая вероятность неблагоприятных исходов [3].

Прогностическое моделирование предоставляет мощные инструменты для анализа сложных медицинских задач, позволяя оценивать вероятность нежелательных исходов на основе имеющихся данных [4]. В данном исследовании используются эти методы с целью повышения понимания факторов риска и разработки рекомендаций по лечению травм колена у пациентов с сахарным диабетом [5].

В связи с тем, что у людей больных сахарным диабетом высока степень к травмам коленного сустава, данная проблема является актуальной. Согласно последним исследованиям, у большинства больных сахарным диабетом наблюдается повышенная вероятность развития остеоартрита и травм колена, что приводит к снижению качества жизни и увеличению числа госпитализаций. Так, по данным российских и зарубежных источников, у пациентов с сахарным диабетом риск травм колена возрастает в 1,5-2 раза по сравнению с людьми без этого заболевания. В связи с этим разработка прогностических моделей для оценки риска травматизации становится важной задачей для своевременного профилактического вмешательства [3].

Травмы коленного сустава относятся к числу наиболее распространенных травм опорно-двигательного аппарата. Сочетание травмы и диабета осложняет клиническую картину, повышает риск

инфекционных осложнений, задерживает консолидацию костей и заживление мягких тканей и негативно влияет на отдаленные функциональные результаты [6].

Несмотря на успехи в хирургическом лечении травм колена, разработка персонализированных подходов, учитывающих системные последствия диабета, остается важной задачей. Традиционные клинические методы не всегда позволяют эффективно прогнозировать результаты лечения. Использование передовых методов обработки данных открывает новые возможности для объективной оценки риска и поддержки принятия клинических решений [7].

В данном исследовании целью является выявление ключевых факторов риска и создание математической модели для прогнозирования результатов лечения травм коленного сустава у пациентов с сахарным диабетом.

Материалы и методы

Исследование проводилось в травматологическом отделении с 2024 по 2025 гг. Основную группу составили 150 пациентов с подтвержденными повреждениями коленного сустава (такими, как разрывы менисков, повреждения передней крестообразной связки и внутрисуставные переломы) на фоне сахарного диабета 1-го или 2-го типа. В контрольную группу вошли 100 пациентов без нарушений углеводного обмена, но с аналогичными видами травм и лечения. Средний возраст пациентов основной группы составил $54,2 \pm 5,1$ года.

По каждому пациенту были собраны и проанализированы следующие данные:

1. Клинические и демографические факторы: возраст, пол, индекс массы тела (ИМТ), курение и наличие сопутствующих сердечно-сосудистых заболеваний.

2. Показатели углеводного обмена: уровень гликированного гемоглобина (HbA1c) при поступлении, средний уровень гликемии во время госпитализации и длительность сахарного диабета в анамнезе [8].

3. Характеристики травмы и лечения: механизм травмы, тип травмы (классифицируемый соответствующим образом), тип хирургического вмешательства и продолжительность иммобилизации [9].

4. Показатели результата лечения: сроки заживления ран, наличие инфекционных осложнений (поверхностных или глубоких) и сроки восстановления функции сустава (оцениваются по шкалам Лисхольма и КООСА через 3, 6 и 12 месяцев после лечения) [3].

Для статистической обработки данных и построения прогностической модели использовались:

1. Дескриптивная статистика: для характеристики выборки (среднее значение, стандартное отклонение, медиана и квартили). Эта часть анализа позволяет получить общее представление о распределении ключевых параметров и определить характер.

2. Корреляционный анализ: с помощью коэффициентов Спирмена и Пир-

сона для выявления взаимосвязи между факторами риска и исходами [10].

3. Логистическая регрессия: для построения модели бинарного прогнозирования, позволяющей определить влияние отдельных факторов на вероятность неблагоприятных исходов.

4. Методы машинного обучения (Random Forest и метод опорных векторов, SVM) для сравнения точности и повышения надежности прогноза [11].

Обработка данных выполнена с помощью языка программирования Python, используя библиотеки Pandas (для обработки данных), Scikit-learn (для моделирования и оценки алгоритмов) и SciPy (для статистического анализа).

Пример фрагмента окна проведения расчетов:

```
import pandas as pd
from sklearn.model_selection import
train_test_split
from sklearn.ensemble import RandomForestClassifier
from sklearn.svm import SVC
from sklearn.metrics import
roc_auc_score, accuracy_score
```

```
# Загрузка подготовленных данных
data = pd.read_csv('dataset.csv')
```

```
# Определение признаков и целевой переменной
X = data[['HbA1c', 'ИМТ', 'Возраст']]
y = data['неблагоприятный_исход']
```

```
# Разделение на обучающую и тестовую выборки
```

```

X_train, X_test, y_train, y_test =
train_test_split(X, y, test_size=0.2, ran-
dom_state=42)

# Обучение модели Random Forest
rf_model = RandomForestClassifier()
rf_model.fit(X_train, y_train)
preds_rf = rf_model.predict(X_test)
roc_rf = roc_auc_score(y_test,
preds_rf)

# Обучение модели SVM
svm_model = SVC(probability=True)
svm_model.fit(X_train, y_train)
preds_svm =
svm_model.predict(X_test)
roc_svm = roc_auc_score(y_test,
preds_svm)

print(f'AUC Random Forest:
{roc_rf}')
print(f'AUC SVM: {roc_svm}')

```

Использование Python обусловлено его широкими возможностями для быстрой и эффективной обработки данных, автоматизации аналитических

процедур и построения модели машинного обучения. Это обеспечивает повторяемость и масштабируемость анализа, облегчая внедрения разработанных моделей в практику [12].

Результаты и их обсуждение

Корреляционный анализ выявил значительную связь между концентрацией HbA1c при госпитализации и частотой возникновения инфекционных осложнений в области операционных ран (коэффициент $r = 0,68$, $p < 0,01$). Это свидетельствует о том, что повышенные значения гликированного гемоглобина непосредственно перед операцией существенно повышают риск послеоперационной инфекции. Также было выяснено, что продолжительность истории заболевания сахарным диабетом связана с увеличением периода восстановления функций сустава (коэффициент $r = 0,55$, $p < 0,05$).

Риск осложнений значительно возрастает с ухудшением степени компенсации (табл. 1).

Таблица 1. Зависимость частоты осложнений от степени компенсации СД

Table 1. Dependence of the complication rate on the degree of DM compensation

Степень компенсации СД (HbA1c)	Количество пациентов		Инфекционные осложнения	
	n	%	n	%
Хорошая (<6,5 %)	45	30	2	4,4
Удовлетворительная (6,5–8,0 %)	75	50	15	20
Неудовлетворительная (>8,0 %)	30	20	12	40

Это выделяет необходимость мониторинга уровня сахара в крови у больных сахарным диабетом, прошедших хирургическое вмешательство на ко-

ленном суставе, так как высокий уровень гликированного гемоглобина способен ухудшить процесс восстановления и повысить риск последствий [12].

Результаты исследования подтверждают гипотезу о том, что хроническая гипергликемия оказывает системное негативное влияние на процессы регенерации. Хронически высокий уровень сахара в крови может привести к нарушению микроциркуляции, снижению иммунного ответа и нарушению образования коллагена, которые имеют решающее значение для заживления связок и костной ткани [13].

Модель логистической регрессии, разработанная для прогнозирования неблагоприятных исходов, продемонстрировала высокую прогностическую ценность: площадь под кривой (AUC)

составила 0,89. Это считается убедительным показателем эффективности модели в биомедицинских исследованиях. В ходе анализа были выявлены ключевые предикторы неблагоприятных исходов: уровень HbA1c более 7,5%, индекс массы тела (ИМТ) более 30 кг/м² и возраст старше 60 лет [2]. Выбор логистической регрессии обусловлен ее высокой интерпретируемостью, способностью точно прогнозировать бинарные исходы, подтвержденной высокой AUC, а также устойчивостью и простотой внедрения в клиническую практику.

Модель выражается уравнением вероятности неблагоприятного исхода:

$$P(\text{неблагоприятный исход}) = \frac{1}{1 + e^{-(0,45 \cdot \text{HbA1c} + 0,12 \cdot \text{ИМТ} + 0,08 \cdot \text{Возраст} - 8,5)}}.$$

Эти результаты подчеркивают важность мониторинга и управления этими факторами для улучшения результатов хирургического вмешательства и восстановления пациентов с сахарным диабетом, проходящих лечение от травм коленного сустава [14]. Учитывая эти факторы, медицинские работники могут потенциально снизить риск осложнений и ускорить процесс заживления.

Для оценки надежности модели была проведена проверка на отдельной выборке из 30 новых пациентов, не входивших в обучающую выборку.

Полученные результаты продемонстрировали:

- точности предсказаний – 85 %;
- ROS-AUC – 87 %;
- чувствительность – 83 %;
- специфичность – 87 %.

Это подтверждает высокую обобщающую способность модели и ее практическую применимость.

Выводы

Проведенное исследование подтвердило, что сахарный диабет является значимым фактором риска осложнений при лечении травм коленного сустава. Ключевыми факторами неблагоприятных исходов являются уровень HbA1c, ИМТ и возраст пациента. Разработанная модель логистической регрессии демонстрирует точность (AUC = 0,89) и может быть эффективно использована для индивидуализации планов лечения и прогнозирования результатов. Использование методов машинного обучения и анализа данных в сочетании с программным обеспечением Python позволяет создавать надежные инструменты поддержки клинических решений. Внедрение такой модели в практику способно значительно снизить риск осложнений, улучшить качество восстановления и повысить эффективность лечения пациентов с сахарным диабетом и травмами колена.

Список литературы

1. Determining the Threshold for HbA1c as a Predictor for Adverse Outcomes After Total Joint Arthroplasty: A Multicenter, Retrospective Study / M. Tarabichi, N. Shohat, M. M. Kheir [et al.] // *The Journal of Arthroplasty*. 2017. Vol. 32, N 9. P. S263–S267.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.04.065>
2. Бондарь И. А., Шабельникова О. Ю. Особенности клинического течения и частоты осложнений у пациентов с сахарным диабетом 2 типа различных кластеров в Новосибирской области // *Проблемы эндокринологии*. 2023. Т. 69, № 5. С. 84–92. <https://doi.org/10.14341/probl13259>
3. Diabetes and total knee arthroplasty: A nationwide analysis of short-term complications, healthcare utilization and costs / Yaara Berkovich, Ela Cohen Nissan, David Maman, Michael Tobias Hirschmann, Yaniv Yonai, Yaniv Steinfeld, Yaron Berkovich // *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*. 2025. Vol. 33, N 9. P. 3250–3260. <https://doi.org/10.1002/ksa.12696>
4. Machine learning prediction models in orthopedic surgery: A systematic review in transparent reporting / O. Q. Groot, P. T. Ogink, A. Lans [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research*. 2022. Vol. 40, N 2. P. 475–483. <https://doi.org/10.1002/jor.25036>
5. A development of machine learning models to preoperatively predict insufficient clinical improvement after total knee arthroplasty / G. Gimm, D.-W. Shin, J. Lee [et al.] // *J. Orthop. Surg. Res*. 2025. N 20. P. 778. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06206-z>
6. Индексы системного воспаления для прогнозирования ранних инфекций после артропластики крупных суставов / Л. В. Любимова, Е. А. Микишанина, Н. С. Николаев, Е. А. Любимов, Е. В. Преображенская // *Травматология и ортопедия России*. 2025. Т. 31, № 4. С. 41–52. <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17754>
7. Evaluation of Machine Learning Methods Developed for Prediction of Diabetes Complications: A Systematic Review / Kuo Ren Tan, Jun Jie Benjamin Seng, Yu Heng Kwan, Ying Jie Chen, Sueziani Binte Zainudin, Dionne Hui Fang Loh, Nan Liu, Lian Leng Low // *Journal of Diabetes Science and Technology*. 2021. Vol. 17, N 2. P. 474–489. <https://doi.org/10.1177/19322968211056917>
8. Outcomes of total knee arthroplasty in people with diabetes: An overview of systematic reviews and meta-analysis / R. Vaishya, M. K. Patralekh, A. Misra, A. Vaish // *Journal of Orthopaedics*. 2025. Vol. 65. P. 336–345. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2025.06.023>
9. Influence of Diabetes Mellitus on Postoperative Complications After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis / Seok Ho Hong, Seung Cheol Kwon, Jong Hwa Lee, Shinje Moon, Joong Il Kim // *Medicina*. 2024. Vol. 60, N 11. P. 1757. <https://doi.org/10.3390/medicina60111757>
10. What Are the Game Changers in Total Knee Arthroplasty? A Narrative Review of Evidence-Based Interventions That Transform Patient Outcomes / Andrea Baldini, Damiano Ardiri, Lorenzo Benvenuti, Mattia Chirico, Enrico Fiorilli, Alessandro Singlitico, Filippo Leggieri // *Journal of Personalized Medicine*. 2025. Vol. 15. N 8. P. 389. <https://doi.org/10.3390/jpm15080389>
11. Machine learning prediction models in orthopedic surgery: A systematic review in transparent reporting / O. Q. Groot, P. T. Ogink, A. Lans [et al.] // *Journal of Orthopaedic Research*. 2022. Vol. 40, N 2. P. 475–483. <https://doi.org/10.1002/jor.25036>

12. A development of machine learning models to preoperatively predict insufficient clinical improvement after total knee arthroplasty / Geunwu Gimm, Byoungjun Jeon, Sung Eun Kim, Byeong Soo Kim, Hyuk-Soo Han, Sungwan Kim // *J. Orthop. Surg. Res.* 2025. Vol. 20. P. 778. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06206-z>.

13. Бондарь И. А., Шабельникова О. Ю. Риски смертельных исходов при различных клинических фенотипах у больных сахарным диабетом 2 типа в Новосибирской области // *Сахарный диабет.* 2024. Т. 27, № 6. С. 580–588. <https://doi.org/10.14341/DM13195>.

14. Медицинская реабилитация после травм нижних конечностей у пациентов с сахарным диабетом: обзор литературы / В. А. Васильева, Л. А. Марченкова, Д. И. Отвечикова, Е. А. Рожкова, А. Д. Фесюн // *Вестник восстановительной медицины.* 2024. Т. 23, № 3. С. 61–68.

References

1. Tarabichi M., Shohat N., Kheir M.M., et al. Determining the Threshold for HbA1c as a Predictor for Adverse Outcomes After Total Joint Arthroplasty: A Multicenter, Retrospective Study. *The Journal of Arthroplasty.* 2017;32(9):S263-S267.e1. <https://doi.org/10.1016/j.arth.2017.04.065>.

2. Bondar I.A., Shabelnikova O. Yu. Features of the clinical course and frequency of complications in patients with type 2 diabetes mellitus of various clusters in the Novosibirsk region. *Problemy endokrinologii = Problems of Endocrinology.* 2023;69(5):84-92. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/probl13259>.

3. Yaara Berkovich, Ela Cohen Nissan, David Maman, Michael Tobias Hirschmann, Yaniv Yonai, Yaniv Steinfeld, Yaron Berkovich. Diabetes and total knee arthroplasty: A nationwide analysis of short-term complications, healthcare utilization and costs. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy.* 2025;33(9):3250-3260. <https://doi.org/10.1002/ksa.12696>.

4. Groot O.Q., Ogink P.T., Lans A., et al. Machine learning prediction models in orthopedic surgery: A systematic review in transparent reporting. *Journal of Orthopaedic Research.* 2022;40(2): 475-483. <https://doi.org/10.1002/jor.25036>.

5. Gimm G., Shin D.-W., Lee J., et al. A development of machine learning models to preoperatively predict insufficient clinical improvement after total knee arthroplasty. *J. Orthop. Surg. Res.* 2025;(20):778. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06206-z>.

6. Lyubimova L.V., Mikishanina E.A., Nikolaev N.S., Lyubimov E.A., Preobrazhenskaya E.V. Indices of systemic inflammation for predicting early infections after arthroplasty of large joints. *Travmatologiya i ortopediya Rossii = Traumatology and Orthopedics of Russia.* 2025;31(4):41-52. (In Russ.) <https://doi.org/10.17816/2311-2905-17754>.

7. Kuo Ren Tan, Jun Jie Benjamin Seng, Yu Heng Kwan, Ying Jie Chen, Sueziani Binte Zainudin, Dionne Hui Fang Loh, Nan Liu, Lian Leng Low. Evaluation of Machine Learning Methods Developed for Prediction of Diabetes Complications: A Systematic Review. *Journal of Diabetes Science and Technology.* 2021;17(2):474-489. <https://doi.org/10.1177/19322968211056917>.

8. Vaishya R., Patralekh M.K., Misra A., Vaish A. Outcomes of total knee arthroplasty in people with diabetes: An overview of systematic reviews and meta-analysis. *Journal of Orthopaedics.* 2025;65:336-345. <https://doi.org/10.1016/j.jor.2025.06.023>.

9. Seok Ho Hong, Seung Cheol Kwon, Jong Hwa Lee, Shinje Moon, Joong Il Kim. Influence of Diabetes Mellitus on Postoperative Complications After Total Knee Arthroplasty: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Medicina*. 2024;60(11):1757. <https://doi.org/10.3390/medicina60111757>.
10. Andrea Baldini, Damiano Ardiri, Lorenzo Benvenuti, Mattia Chirico, Enrico Fiorilli, Alessandro Singlitico, Filippo Leggieri. What Are the Game Changers in Total Knee Arthroplasty? A Narrative Review of Evidence-Based Interventions That Transform Patient Outcomes. *Journal of Personalized Medicine*. 2025;15(8):389. <https://doi.org/10.3390/jpm15080389>.
11. Groot O.Q., Ogink P.T., Lans A., et al. Machine learning prediction models in orthopedic surgery: A systematic review in transparent reporting. *Journal of Orthopaedic Research*. 2022;40(2):475-483. <https://doi.org/10.1002/jor.25036>.
12. Geunwu Gimm, Byoungjun Jeon, Sung Eun Kim, Byeong Soo Kim, Hyuk-Soo Han, Sungwan Kim. A development of machine learning models to preoperatively predict insufficient clinical improvement after total knee arthroplasty. *J. Orthop. Surg. Res.* 2025;20:778. <https://doi.org/10.1186/s13018-025-06206-z>.
13. Bondar I.A., Shabelnikova O. Yu. Risks of deaths in case of individual clinical phenotypes in patients with type 2 diabetes mellitus in the Novosi-Birsk region. *Sakharnyi diabet = Diabetes Mellitus*. 2024;27(6):580-588. (In Russ.) <https://doi.org/10.14341/DM13195>.
14. Vasiliev V.A., Marchenkova L.A., Osvetchikova D.I., Rozhkova E.A., Fesyun A.D. Medical rehabilitation after injuries of the lower extremities in patients with diabetes mellitus: a review of the literature. *Vestnik vosstanovitel'noi meditsiny = Bulletin of Restorative Medicine*. 2024;23(3):61-68. (In Russ.)

Информация об авторах / Information about the Authors

Родионова Софья Николаевна, кандидат технических наук, доцент кафедры биомедицинской инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: knsofia@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4477-3975, Scopus ID: 57195455825, WOS ID: Q-1060-2017

Sofia N. Rodionova, Cand. Sci. (Engineering), Associate Professor at the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: knsofia@mail.ru, ORCID: 0000-0002-4477-3975, Scopus ID: 57195455825, WOS ID: Q-1060-2017

Тишин Ярослав Николаевич, аспирант кафедры биомедицинской инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: tisinaroslav5@gmail.com, ORCID: 0009-0008-7864-4566

Yaroslav N. Tishin, Postgraduate at the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: tisinaroslav5@gmail.com, ORCID: 0009-0008-7864-4566

Бабкин Андрей Андреевич, аспирант кафедры биомедицинской инженерии, Юго-Западный государственный университет, г. Курск, Российская Федерация, e-mail: babosboxing@gmail.com, ORCID: 0009-0008-5569-7390

Andrey A. Babkin, Postgraduate at the Department of Biomedical Engineering, Southwest State University, Kursk, Russian Federation, e-mail: babosboxing@gmail.com, ORCID: 0009-0008-5569-7390