

БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ СПОРТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой СИ
А.В. Солонец
«04» 06 2026 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
«МОДЕРНИЗАЦИЯ ЛЕСТНИЧНОГО СТЕППЕРА С НОРМИРУЕМОЙ
НАГРУЗКОЙ»

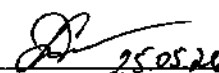
Специальность 1-60 02 02 «Проектирование и производство спортивной
техники»

Обучающийся
группы 11904122

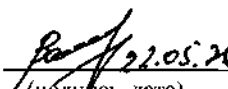
Руководитель

 Е.А. Москалев
(подпись, дата)
 П.М. Самохвал
(подпись, дата)

Консультанты
по основной части

 Д.А. Лукашевич
(подпись, дата) К.П.Н.

по методической части

 В.В. Шешко
(подпись, дата)

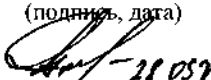
по разделу «Экономическая часть»

 Т.И. Серченя
(подпись, дата) 30.04.2026

по разделу «Охрана труда»

 Г.Л. Автушко
(подпись, дата)

Ответственный за нормоконтроль

 Н.А. Парамонова
(подпись, дата) к.б.н., доцент

Объем проекта:
расчетно-пояснительная записка – 65 страниц;
графическая часть – 8 листов;
магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

Минск 2026

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 65 с., 10 рис., 19 табл., 2 приложения, 55 источников.

ТРЕНАЖЕР, УГОЛ НАКЛОНА, ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ, БОС, РАСЧЁТ.

Объектом разработки является тренажер лестничный степпер с нормируемой нагрузкой.

Целью дипломного проекта является модернизация конструкции тренажера лестничного степпера с нормируемой нагрузкой.

В процессе выполнения дипломного проекта были выбраны и обоснованы материалы конструкции в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации и проведены расчёт момента силы закручивания болтов.

В ходе выполнения дипломного проекта было проведено испытание на прочность, напряжение и перемещение ступени при помощи системы автоматического проектирования SolidWorks 2022.

В дипломном проекте разработана твердотельная модель тренажера лестничного степпера с нормируемой нагрузкой при помощи SolidWorks 2022, а также разработаны сборочный и рабочие чертежи, принципиальная и функциональная схема устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Vertical running – on top of the world: [сайт]. – URL: <https://verticalworldcircuit.com/vertical-running/> (дата обращения: 09.03.2026).
2. Лестница-степпер Cardio Power SP 650: [сайт]. – URL: <https://product/kardiotrenazhery/steppery-i-klimbery/lestnitsa-stepper-sardio-power-sp-650/> (дата обращения: 09.03.2026).
3. Лестница-степпер (климбер) Matrix C3X (C3X-02): [сайт]. – URL: <https://kam-uralskiy.ekatfit.ru/simulators/cardio/steppers/lestnica-stepper-klimber-matrix-c3x-c3x-02/> (дата обращения: 09.03.2026).
4. Matrix C3X-02 - лестница-эскалатор: [сайт]. – URL: https://stimul.gitt.ru/massazhery_i_trenazhery/trenazhery_lestnicy-eskalatory/matrix_c3x-02_-_lestnica-_eskalator/ (дата обращения: 10.03.2026).
5. Степпер BRONZE GYM ST700M: [сайт]. – URL: https://sport-center.by/steppery/stepper_bronze_gym_st700m/ (дата обращения: 10.03.2026).
6. Степпер профессиональный BRONZE GYM ST700M: [сайт]. – URL: <https://fds.by/stepper-professionalnyj-bronze-gym-st700m> (дата обращения: 10.03.2026).
7. Болты М12: характеристики и применение [сайт]. – URL: <https://tdrusmetiz.ru/polezno-znat/bolty-m12-kharakteristiki-i-primenenie/> (дата обращения: 11.03.2026).
8. Характеристика материала СтЗсп: [сайт]. – URL: https://www.splav.com/mat_start.php?name_id=348#google_vignette (дата обращения: 11.03.2026).
9. Характеристика материала 09Г2С: [сайт]. – URL: https://www.splav.com/mat_start.php?name_id=120 (дата обращения: 11.03.2026).
10. Википедия: [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Сталь> (дата обращения: 08.03.2025).
11. Plastinfo: [сайт]. – URL: <https://plastinfo.ru/information/articles/38/> (дата обращения: 08.03.2025).
12. Стальмет: [сайт]. – URL: <https://spb-stal.ru/stati/uglerodistaya-kachestvennaya-stal-marki-45/> (дата обращения: 08.03.2025).
13. VOTOL EM-50 Programmable Sine Wave Controller: [сайт]. – URL: <https://votol.cn/product/em50-em-50-em-50-votol-em50s-72v-50a-electric-controller/> (дата обращения: 15.03.2026).
14. Electric Motors in Sports Equipment: [сайт]. – URL: <https://www.linengineering.com/industries/sports-equipment> (дата обращения: 15.05.2026).

15. VOTOL EM-70 Controller Specifications: [сайт]. – URL: <https://gdmart.com/en/producto/votol-em-70-controller-box/> (дата обращения: 15.05.2026).
16. Машины, приборы и другие технические изделия: ГОСТ 15150-69. – М. : Стандартинформ, 2010. – 71 с.
17. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками: ГОСТ 14254 – М. : Стандартинформ, 2016. – 39 с.
18. Что такое литье? Типы, процессы и области применения: [сайт]. – URL: <https://tirapid.com/ru/what-is-casting/> (дата обращения: 20.03.2026).
19. Виды и методы штамповки металла: [сайт]. – URL: <https://www.drd.by/client/articles/vidy-i-metody-shtampovki-metalla/> (дата обращения: 20.03.2026).
20. Что такое штамповка металла?: [сайт]. – URL: <https://profstal.by/stati/chto-takoe-shtampovka-metalla> (дата обращения: 20.03.2026).
21. Что такое горячекатаный прокат? Особенности и применение: [сайт]. – URL: <https://alfa-sous.ru/stati/goryachekatany-prokat-chto-eto-osobennosti-i-primeneniye> (дата обращения: 20.03.2026).
22. Листовой горячекатаный прокат: [сайт]. – URL: <https://www.brokinvest.ru/article/goryachekatanyu-prokat-listov> (дата обращения: 20.03.2026).
23. Библиофонд: [сайт]. – URL: <https://www.bibliofond.ru/start/> (дата обращения: 23.03.2026).
24. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры: ГОСТ 24705-81. – М. : Государственный комитет СССР по стандартам, 1981. – 23 с.
25. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний: ГОСТ 1759.4-87. – М. : Стандартинформ, 2006. – 17 с.
26. Википедия: [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Блок_питания_компьютера (дата обращения: 11.04.2026).
27. Блоки управления : [сайт]. – URL: <https://chipdocs.ru/articles/bloki-upravleniya/> (дата обращения: 11.04.2026).
28. Euromicrotech : [сайт]. – URL: <https://euromicrotech.ru/> (дата обращения: 11.04.2026).
29. Википедия: [сайт]. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/PIC> (дата обращения: 11.04.2026).
30. Обзор поколения 16-разрядных микроконтроллеров Microchip / Алексей Пантелейчук. – URL: https://kit-e.ru/wp-content/uploads/2008_3_119.pdf (дата обращения: 11.04.2026).

31. PIC16F628A-I/P, Микроконтроллер 8-бит, PIC, 20МГц, 3.5КБ (2Kx14) Flash, 16 I/O [DIP-18]: [сайт]. – URL: <https://www.chipdip.by/product/pic16f628a-i-p-mikrokontroller-8-bit-pic-20mgts-microchip-496732528> (дата обращения: 11.04.2026).
32. ЖКИ символьный 16×2 WH1602C-YGH-CTK (Winstar): [сайт]. – URL: <https://www.chipdip.by/product/wh1602c-ygh-ctk-zhki-simv-16x2-podsv-zh-z-ind-seryy-winstar-8022208905> (дата обращения: 11.04.2026).
33. Robots3d: [сайт]. – URL: <https://robots3d.ru/category-arduino/displays/display-lcd-1602-i2c-yellow/> (дата обращения: 11.04.2026).
34. Википедия: [сайт]. – URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Жидкокристаллический_дисплей (дата обращения: 11.04.2025).
35. MAX30102 – датчик пульса и содержания кислорода в крови: [сайт]. – URL: <https://voltiq.ru/shop/max30102-oxygen-ambient-sensor-module/> (дата обращения: 15.04.2026).
36. Подключение цифрового датчика пульса MAX30102 : [сайт]. – URL: <https://robotchip.ru/podklyuchenie-tsifrovogo-datchika-pulsa-max30102-k-arduino/> (дата обращения: 15.04.2026).
37. Chipdip: [сайт]. – URL: <https://www.chipdip.by/product/lm7301m5-porrb> (дата обращения: 20.04.2026).
38. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации бассейнов, аквапарков, объектов по оказанию бытовых услуг бань, саун и душевых, СПА-объектов, физкультурно-спортивных сооружений: Санитарные правила и нормы СанПиН № 44 от 16.05.2022: утверждены постановлением Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16 мая 2022 г. № 44. – Мн., 2022. – 15 с.
39. ГН-9. Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах». – Введ. 25.01.21, Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Мн., 2021. – 245 с.
40. ГН-11 Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека». – Введ. 25.01.21, Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Мн., 2021. – 249 с.
41. ГН-13 Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека». – Введ. 25.01.21, Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Мн., 2021. – 249 с.
42. СН 4.02.03-2019 «Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха» / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Официальное издание. – Введен впервые (с отменой СНБ 4.02.01-03). – Мн., 2020. – 73 с.

43. ГН-15 Гигиенический норматив «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий». – Введ. 25.01.21, Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Мн., 2021. – 286 с.

44. ТКП 339-2022 «Правила устройства и защитные меры электробезопасности». – Введ. 20.12.2022, Министерство энергетики Республики Беларусь. – Мн., 2022.

45. ГОСТ 15150-69 Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортирования в части воздействия климатических факторов внешней среды (с Изменениями № 1, 2, 3, 4, 5). Дата введения 01.01.1971. – М., 1971. – 16 с.

46. СН 2.02.05-2020 «Пожарная безопасность зданий и сооружений». – Мн., 2020. – 34 с.

47. Короткевич, Л. М. Организация производства: пособие для обучающихся по специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (по направлениям)» по направлению специальности 1-27 01 01 «Экономика и организация производства (машиностроение)» / Л. М. Короткевич, Т. А. Сахнович, Ф. Ф. Кашлей; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Инженерная экономика». – Мн. : БНТУ, 2023. – 58 с.

48. Экономика и организация производства: пособие для студентов направления специальности 1-08 01 01-07 «Профессиональное обучение (информатика)» / Л. М. Короткевич [и др.]; Министерство образования Республики Беларусь, Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Инженерная экономика». – Мн. : БНТУ, 2021. – 54 с.

49. Синица, Л. М. Организация производства: учебник для студентов учреждений высшего образования по специальности «Экономика и управление на предприятии» / Л. М. Синица. – 5-е изд., исправленное. – Мн. : ИВЦ Минфина, 2021. – 614 с.

50. Электронный учебно-методический комплекс по учебной дисциплине «Менеджмент» для специальности 1-27 01 01 08 «Экономика и организация производства (приборостроение)» / Белорусский национальный технический университет, Кафедра «Инженерная экономика»; сост. А. И. Гурко. – Мн. : БНТУ, 2023. – 78 с.

51. Петрович, М. В. Управление организацией: учеб. пособие для учреждений высшего образования по специальности «Менеджмент» / М. В. Петрович. – Мн. : РИВШ, 2023. – 667 с.

52. Экономический анализ деятельности организации: учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Финансы и кредит» / А. И. Короткевич [и др.]. – Мн. : РИВШ, 2024. – 358 с.

53. Байнев, В. Ф. Экономика организации (предприятия): учеб. пособие для студентов учреждений высшего образования по специальности «Менеджмент» / В. Ф. Байнев, Т. Ю. Гораева; под ред. В. Ф. Байнева. – Мн. : РИВШ, 2024. – 271 с.

54. Немогай, Н. В. Конкурентоспособность предприятия: учебник для студентов учреждений высшего образования по специальностям «Экономика и управление на предприятии», «Финансы и кредит», «Маркетинг», «Логистика» / Н. В. Немогай, Н. В. Бонцевич; Учреждение образования Федерации профсоюзов Беларуси Международный университет «МИТСО», Гомельский филиал. – 3-е изд., пересмотренное и дополненное. – Мн. : РИВШ, 2023. – 530 с.

55. Костюкевич, Е. Н. Учебно-методический комплекс по дисциплине «Организация производства» для специальности 6-05-0718-01 «Инженерная экономика» / Е. Н. Костюкевич, Т. И. Серченя; Белорусский национальный технический университет, Машиностроительный факультет, Кафедра «Инженерная экономика». – Электрон. дан. – Мн. : БНТУ, 2024. – 20 с.