

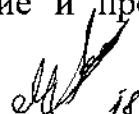
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ СПОРТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

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

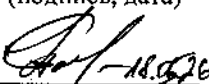
РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
«МОДЕРНИЗАЦИЯ ТРЕНАЖЕРА ДЛЯ РАЗВИТИЯ ГРУДНЫХ МЫШЦ
С ИЗМЕНЯЕМОМ ВЕКТОРОМ НАГРУЗКИ»

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

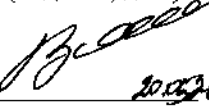
Обучающийся группы 11904121

 18.06.26 Е.А. Макаров
(подпись, дата)

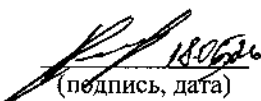
Руководитель

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

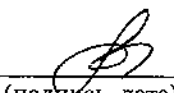
Консультанты
по основной части

 20.06.26 В.Ф. Володько
(подпись, дата) д.п.н., профессор

по методической части

 18.06.26 А.В. Солонец
(подпись, дата) к.п.н., доцент

по разделу «Экономическая часть»

 Т.И. Серченя
(подпись, дата) 20.06.26

по разделу «Охрана труда»

 18.06.26 Г. Л. Автушко
(подпись, дата)

Ответственный за нормоконтроль

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

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 68 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

Минск 2026

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 66 с., 7 рис., 17 табл., 2 приложения, 55 источников.

ТРЕНАЖЕР, ГРУДНЫЕ И ШИРОЧАЙШИЕ МЫШЦЫ СПИНЫ, РАСЧЁТ ИЗМЕНЯЕМЫЙ ВЕКТОР НАГРУЗКИ, ПЕРЕДАЮЩАЯ ТЯГА, ПРОЧНОСТЬ ПНЕВМОДВИГАТЕЛЬ, КОМПРЕССОР.

Объектом разработки является тренажер развития грудных мышц с изменяемым вектором нагрузки.

Целью дипломного проекта является модернизация тренажера для развития грудных мышц с изменяемым вектором нагрузки.

В процессе выполнения дипломного проекта были выбраны и обоснованы материалы конструкции в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации, произведены расчёты диаметра ведомого вала и расчёт сварного шва на прочность.

В ходе выполнения дипломного проекта было проведено испытание на возможные деформации, напряжение и перемещение несущей конструкции и подъёмника при помощи системы автоматического проектирования SolidWorks 2020.

В дипломном проекте разработана твердотельная модель тренажера развития грудных мышц с изменяемым вектором нагрузки при помощи SolidWorks 2020, а также разработаны сборочный и рабочие чертежи, принципиальная и функциональная схема устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – 9-е изд., / В. И. Анурьев, перераб. и доп. – М. : Машиностроение, 2020. – Т. 1. – 928 с.
2. Эргономика спортивного оборудования: принципы проектирования и нормативные требования [Электронный ресурс]. – URL: <https://sport-ergonomics.by/guidelines>. (дата обращения: 12.02.2026).
3. Биомеханика и эргономика спортивных тренажеров : учеб. пособие / под ред. А. И. Самсонова. – М. : Физкультура и спорт, 2021. – 214 с.
4. Спортивные снаряды и тренажеры. Общие технические требования и методы испытаний : ГОСТ 14107-2019. – Введ. 01.01.2020. – М. : Стандартинформ, 2020. – 45 с.
5. Stationary training equipment. Part 1. General safety requirements and test methods : ISO 20957-1:2013. – Geneva : International Organization for Standardization, 2013. – 32 p.
6. Единая система конструкторской документации. Изображения – виды, разрезы, сечения : ГОСТ 2.305-2008. – Введ. 01.01.2009. – М. : Стандартинформ, 2009. – 12 с.
7. Оборудование спортивное. Требования безопасности и методы контроля : ГОСТ Р 52220-2020. – Введ. 01.07.2021. – М. : Росстандарт, 2021. – 38 с.
8. Корнев, В. А. Проектирование силовых тренажеров : учеб. пособие / В. А. Корнев, С. П. Левин. – СПб. : Лань, 2022. – 186 с.
9. Блочный тренажер [Электронный ресурс]. – URL: <https://axgym.ru/artcs/blochnyetreznazheryvidyuprazhneniyapolza> (дата обращения: 12.02.2026).
10. Тренажер Technogym Pure Strength Pullover [Электронный ресурс]. – URL: https://www.technogym.com/ruINT/product/purestrengthpullover_MG9000-NBGJV0.html#BY. (дата обращения: 12.02.2026).
11. Тренажер Hammer Strength Iso-Lateral Pullover [Электронный ресурс]. – URL: <https://www.lifefitness.com/en-us/catalog/strength-training/plate-loaded/plate-loaded-iso-lateral-wide-pulldown>. (дата обращения: 12.02.2026).
12. Ченцов, А. Н. Расчет и проектирование сварных конструкций : справочник / А. Н. Ченцов. – М. : Машиностроение, 2020. – 312 с.
13. Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества Ст3сп: технические условия ГОСТ 380–2005 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200041689>. (дата обращения: 12.02.2026).

14. Морозов, К. С. Современные методы порошковой окраски металлических конструкций / К. С. Морозов. – СПб. : Политехника, 2021. – 198 с.
15. Мудров, М. Ю. Биомеханика: учеб.-метод. комплекс для студентов специальности 1-03 02 01 «Физическая культура» / М. Ю. Мудров. – Новополюцк : ПГУ, 2010. – 184 с.
16. Пенополиуретан мебельный: технические характеристики и нормы расхода [Электронный ресурс]. – URL: <https://ppu-market.ru/specifications>. (дата обращения: 12.02.2026).
17. Сталь конструкционная качественная марки 45: характеристики и применение ГОСТ 1050–2013 [Электронный ресурс]. – URL: <https://metallurg.ru/spravochnik/stal-45>. (дата обращения: 12.02.2026).
18. ГОСТ 15150–69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003601>. (дата обращения: 12.02.2026).
19. ГОСТ 14254–2015. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP) [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/556030476>. (дата обращения: 12.02.2026).
20. Смирнов, А. В. Технология изготовления сборочных единиц спортивной техники : метод. указания / А. В. Смирнов. – Мн. : БНТУ, 2022. – 88 с.
21. Иванов, М. Н. Детали машин: учебник для вузов / – 12-е изд., испр. – М. : Высшая школа, 2019. – 408 с.
22. Системы менеджмента качества. Требования : ГОСТ Р ИСО 9001-2015. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 32 с.
23. Болты с шестигранной головкой класса точности В: ГОСТ 7798–70 [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003333>. (дата обращения: 12.02.2026).
24. Сварные соединения. Расчет на прочность при статическом и циклическом нагружении: справочное пособие [Электронный ресурс]. – URL: <https://welding-handbook.ru/calculation>. (дата обращения: 12.02.2026).
25. Кузнецов, Д. В. Усталостная прочность металлоконструкций при циклических нагрузках / Д. В. Кузнецов // Вестник машиностроения. – 2021. – № 8. – С. 12–19.
26. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения : ГОСТ 19919-2018. – Введ. 01.07.2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.

27. Петров, И. С. Применение микроконтроллеров ESP32 в системах мониторинга спортивной активности / И. С. Петров // Автоматизация и управление в технике. – 2023. – № 4. – С. 45–52.
28. Сидоров, Е. П. Электронные измерительные системы для тренажерного оборудования / Е. П. Сидоров, М. А. Васильев. – Мн. : БНТУ, 2024. – 145 с.
29. Микроконтроллер ESP32 DevKit v1: техническая документация [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.espressif.com/projects/espidf/en/latest/esp32/hwreference/esp32/getstarteddevkitc.html>. (дата обращения: 12.02.2022).
30. Аппаратура электронная. Термины и определения : ГОСТ 28782-90. – Введ. 01.01.2005. – М. : Стандартинформ, 2005. – 22 с.
31. OLED-дисплей SSD1306 0.96" 128×64: даташит и руководство по подключению [Электронный ресурс]. – URL: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Components/LCD/SSD1306.pdf>. (дата обращения: 12.02.2026).
32. Пленочные мембранные клавиатуры: конструктивные особенности и технические требования [Электронный ресурс]. – URL: <https://keypad-tech.ru/membrane-keyboards>. (дата обращения: 12.02.2026).
33. Лебедев, В. Г. Эргономическое проектирование интерфейсов управления спортивным оборудованием / В. Г. Лебедев // Технические науки. – 2022. – № 3. – С. 78–84.
34. Федоров, Н. И. Цифровизация тренажерных систем: от проектирования к эксплуатации / Н. И. Федоров // Спорт и наука. – 2024. – № 2. – С. 33–40.
35. Козлов, Д. А. Интеграция технологий в реабилитационное оборудование / Д. А. Козлов, Е. С. Орлова // Медицинская техника. – 2025. – № 1. – С. 15–22.
36. SolidWorks 2020. Руководство по статическому анализу и расчету прочности [Электронный ресурс]. – URL: https://help.solidworks.com/2020/russian/SolidWorks/cworks/c_static_analysis.htm. (дата обращения: 12.02.2026).
37. Методы испытаний на стойкость к внешним факторам. Общие требования : ГОСТ 30630.0.0-99. – Введ. 01.01.2000. – М. : Изд-во стандартов, 2000. – 34 с.
38. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения : ГОСТ 27.002-2015. – Введ. 01.07.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 18 с.
39. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности : учебник для вузов / С. В. Белов. – М. : Высшая школа, 2020. – 496 с.
40. СанПиН № 127 от 16.12.2013. Требования к устройству и эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений. – Мн., 2013. – 112 с.

41. СанПиН № 44 от 16.05.2022. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений. – Мн., 2022. – 34 с.

42. СН 4.02.03-2019. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 58 с.

43. ГН-11 от 25.01.2021 № 37. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-11-2021> (дата обращения: 11.04.2026).

44. ГН-13 от 25.01.2021 № 37. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-13-2021> (дата обращения: 12.04.2026).

45. ГН-15 от 25.01.2021 № 37. Гигиенический норматив «Показатели безопасности для человека световой среды помещений»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-15-2021> (дата обращения: 12.04.2026).

46. ГН-10 от 25.01.2021 № 37. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультрафиолетового излучения от производственных источников»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-10-2021> (дата обращения: 13.04.2026).

47. ТКП 27-2022. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок: [сайт]. – URL: <https://tnpa.by/DocumentCard/156789> (дата обращения: 15.04.2026).

48. ТКП 3392022. Правила устройства и защитные меры электробезопасности: [сайт]. – URL: <https://tnpa.by/DocumentCard/156789> (дата обращения: 15.04.2026).

49. СН 2.02.03-2019 «Пожарная автоматика зданий и сооружений» / Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь. – Официальное издание. – Утверждены и введены в действие Постановлением Министерства архитектуры и строительства от 17.08.2020 № 64. – Мн., 2020. – 75 с.

50. ТКП 295-2011. Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации: [сайт]. – URL: <https://tnpa.by/DocumentCard/156789> (дата обращения: 16.04.2026).

51. Яковлев, П. А. Экономическое обоснование проектирования спортивного оборудования / П. А. Яковлев, Т. И. Серченя. – Мн. : Изд. центр БГУ, 2023. – 112 с.

52. Расчет себестоимости промышленной продукции: метод. указания / сост. Т. И. Серченя. – Мн. : БНТУ, 2024. – 45 с.

53. Калькулятор расхода калорий при тренировке // Семейная клиника «Доктор Анна» [Электронный ресурс]. – URL: <https://doctor-anna.ru/calculators/kalkulyator-rashoda-kaloriypritreirovke/>. (дата обращения: 12.02.2026).

54. Верификация закупленной продукции. Организация проведения и методы контроля: ГОСТ 24297-2013. – Введ. 01.07.2014. – М. : Стандартиформ, 2014. – 26 с.

55. Оценка конкурентоспособности спортивного оборудования: учеб.-метод. пособие / под ред. А.В. Солонца. – Мн. : БНТУ, 2025. – 62 с.