

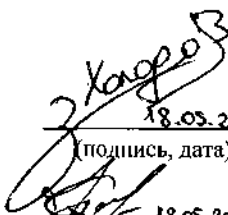
БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ СПОРТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой СИ
А.В. Солонец
«07» 06 2026 г.

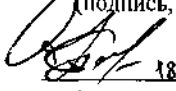
РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
«ФУТБОЛЬНЫЙ ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ОТРАБОТКИ ТОЧНОСТИ
УДАРОВ»

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

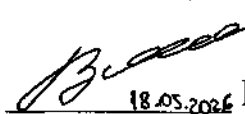
Обучающийся
группы 11904122


18.05.2026 З.А. Холодов
(подпись, дата)

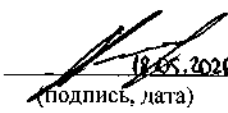
Руководитель


18.05.2026 Н.А. Парамонова
(подпись, дата) к.б.н., доцент

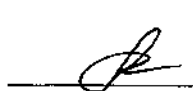
Консультанты
по основной части


18.05.2026 В.Ф. Володько
(подпись, дата) д.п.н., профессор

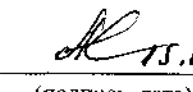
по методической части


18.05.2026 А.В. Солонец
(подпись, дата) к.п.н., доцент

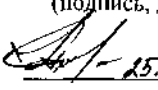
по разделу «Экономическая часть»


(подпись, дата) 30.04.2026 Т.И. Серченя

по разделу «Охрана труда»


(подпись, дата) 15.05.2026 Ж.Л. Автушко

Ответственный за нормоконтроль


(подпись, дата) 15.05.2026 Н.А. Парамонова
к.б.н., доцент

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 64 страниц;

графическая часть – 9 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 64 с., 18 рис., 17 табл., 2 приложения, 50 источников.

ТРЕНАЖЁР, СХЕМА, ЭЛЕКТРОДВИГАТЕЛЬ, АЛГОРИТМ РАБОТЫ, ПОДВИЖНАЯ КАРЕТКА, ПОДШИПНИК, РАСЧЁТ.

Объектом разработки является футбольный тренажер для отработки точности ударов.

Целью дипломного проекта является разработка конструкции футбольного тренажера для отработки точности ударов.

В процессе выполнения дипломного проекта были выбраны и обоснованы материалы конструкции в соответствии с требованиями к условиям эксплуатации и проведены расчёты диаметра приводного вала, долговечности подшипников качения и момента силы завинчивания болтов.

В ходе выполнения дипломного проекта было проведено испытание на прочность, напряжение и перемещение подъёмника и несущей конструкции при помощи системы автоматического проектирования SolidWorks 2025.

В дипломном проекте разработана твердотельная модель футбольного тренажера для отработки точности ударов при помощи SolidWorks 2022, а также разработаны сборочный и рабочие чертежи, принципиальная и функциональная схема устройства, приведён алгоритм работы системы устройства.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Анурьев, В. И. Справочник конструктора-машиностроителя: в 3 т. – 9-е изд., перераб. и доп. / В. И. Анурьев. – М. : Машиностроение, 2020. – Т. 1. – 928 с.
2. Эргономика спортивного оборудования: принципы проектирования и нормативные требования: [сайт]. – URL: <https://sport-ergonomics.by/guidelines> (дата обращения : 20.04.2026).
3. Биомеханика и эргономика спортивных тренажёров: учеб. пособие / под ред. А. И. Самсонова. – М. : Физкультура и спорт, 2021. – 214 с.
4. Спортивные снаряды и тренажёры. 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 тренажёров: учеб. пособие / В. А. Корнев, С. П. Левин. – СПб. : Лань, 2022. – 186 с.
9. Антипов, А. В. Диагностика и тренировка двигательных способностей в детско-юношеском футболе: науч.-метод. пособие / А. В. Антипов, С. Ю. Тюленьков. – М. : Советский спорт, 2008. – 152 с.
10. Лебедев, В. Г. Эргономическое проектирование интерфейсов управления спортивным оборудованием / В. Г. Лебедев // Технические науки. – 2022. – № 3. – С. 78–84.
11. Фёдоров, Н. И. Цифровизация тренажёрных систем: от проектирования к эксплуатации / Н. И. Фёдоров // Спорт и наука. – 2024. – № 2. – С. 33–40.
12. Годик, М. А. Физическая подготовка футболистов / М. А. Годик. – М. : Тера-Спорт, Олимпия Пресс, 2006. – 272 с.
13. Губа, В. П. Индивидуализация подготовки юных спортсменов: монография / В. П. Губа, П. В. Квашук, В. Г. Никитушкин. – М. : Физкультура и спорт, 2009. – 280 с.

14. Ченцов, А. Н. Справочник / А. Н. Ченцов. – М. : Машиностроение, 2020. – 312 с.
15. Сталь конструкционная углеродистая обыкновенного качества Ст3сп: технические условия ГОСТ 380-2005: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200041689> (дата обращения: 10.02.2026).
16. Морозов, К. С. Современные методы порошковой окраски металлических конструкций / К. С. Морозов. – СПб. : Политехника, 2021. – 198 с.
17. Монаков, Г. В. Подготовка футболистов. Теория и практика / Г. В. Монаков. – 2-е изд., стереотип. – М. : Советский спорт, 2007. – 288 с.
18. Сталь конструкционная качественная марки 45: характеристики и применение ГОСТ 1050-2013: [сайт]. – URL: <https://metallurg.ru/spravochnik/stal-45> (дата обращения: 12.02.2026).
19. ГОСТ 15150-69. Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003601> (дата обращения: 05.03.2026).
20. ГОСТ 14254-2015. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (Код IP): [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/556030476> (дата обращения: 05.03.2026).
21. Смирнов, А. В. Технология изготовления сборочных единиц спортивной техники: метод. указания / А. В. Смирнов. – Мн. : БНТУ, 2022. – 88 с.
22. Иванов, М. Н. Детали машин: учебник для вузов / М. Н. Иванов. – М. : Высшая школа, 2019. – 408 с.
23. Системы менеджмента качества. Требования: ГОСТ Р ИСО 9001-2015. – Введ. 01.01.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 32 с.
24. Болты с шестигранной головкой класса точности В: ГОСТ 7798-70: [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003333> (дата обращения: 18.02.2026).
25. Сварные соединения. Расчёт на прочность при статическом и циклическом нагружении: справочное пособие: [сайт]. – URL: <https://welding-handbook.ru/calculation> (дата обращения: 20.02.2026).
26. Кузнецов, Д. В. Усталостная прочность металлоконструкций при циклических нагрузках / Д. В. Кузнецов // Вестник машиностроения. – 2021. – № 8. – С. 12–19.
27. Контроль неразрушающий акустический. Термины и определения: ГОСТ 19919-2018. – Введ. 01.07.2019. – М. : Стандартинформ, 2019. – 14 с.
28. Петров, И. С. Применение микроконтроллеров PIC в системах мониторинга спортивной активности / И. С. Петров // Автоматизация и управление в технике. – 2023. – № 4. – С. 45–52.

29. ГН-9 от 25.01.2021 № 37 Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-9-2021> (дата обращения: 11.04.2026).

30. ГН-9 от 25.01.2021 № 37 Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-10-2021> (дата обращения: 12.04.2026).

31. 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: 14.04.2026).

32. Сидоров, Е. П. Электронные измерительные системы для тренажёрного оборудования / Е. П. Сидоров, М. А. Васильев. – Мн. : БНТУ, 2024. – 145 с.

33. Микроконтроллер PIC: техническая документация: [сайт]. – URL: <https://docs.espressif.com/projects/esp-idf/en/latest/esp32/hw-reference/esp32/get-started-devkitc.html> (дата обращения: 25.03.2026).

34. Аппаратура электронная. Термины и определения: ГОСТ 28782-90. – Введ. 01.01.2005. – М. : Стандартинформ, 2005. – 22 с.

35. OLED-дисплей SSD1306 0.96" 128×64: даташит и руководство по подключению: [сайт]. – URL: <https://cdn.sparkfun.com/datasheets/Components/LCD/SSD1306.pdf> (дата обращения: 26.03.2026).

36. Плёночные мембранные клавиатуры: конструктивные особенности и технические требования: [сайт]. – URL: <https://keypad-tech.ru/membrane-keyboards> (дата обращения: 27.03.2026).

37. Платонов, В. Н. Система подготовки в олимпийском спорте. Общая теория и практические ее предложения / В. Н. Платонов. – Киев: Олимпийская литература, 2004. – 808 с.

38. SolidWorks 2020. Руководство по статическому анализу и расчёту прочности: [сайт]. – URL: https://help.solidworks.com/2020/russian/SolidWorks/cworks/c_static_analysis.htm (дата обращения: 01.04.2026).

39. 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.

40. Надежность в технике. Основные понятия. Термины и определения: ГОСТ 27.002-2015. – Введ. 01.07.2016. – М. : Стандартинформ, 2016. – 18 с.

41. Белов, С. В. Безопасность жизнедеятельности: учебник для вузов / С. В. Белов. – М. : Высшая школа, 2020. – 496 с.
42. Охрана труда при эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений : ТКП 45-3.03-2012. – Введ. 01.01.2013. – Мн. : Госстандарт, 2013. – 28 с.
43. ГН-9 от 25.01.2021 № 37. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности микроклимата на рабочих местах»: [сайт]. – URL: <https://minzdrav.gov.by/ru/normative/gn-9-2021> (дата обращения: 11.04.2026).
44. 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).
45. 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).
46. 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).
47. ТКП 339-2022. Правила устройства и защитные меры электробезопасности: [сайт]. – URL: <https://tnpa.by/DocumentCard/345678> (дата обращения: 14.04.2026).
48. Система стандартов безопасности труда. Процессы сварки. Требования безопасности: ГОСТ 12.3.033-84. – Введ. 01.07.1985. – М. : Изд-во стандартов, 1985. – 15 с.
49. СН 2.02.05-2020. Пожарная безопасность зданий и сооружений: [сайт]. – URL: <https://tnpa.by/DocumentCard/289456> (дата обращения: 15.04.2026).
50. СН 2.02.03-2019. Пожарная автоматика зданий и сооружений: [сайт]. – URL: <https://tnpa.by/DocumentCard/278123> (дата обращения: 15.04.2026).