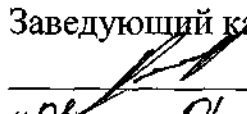


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ СПОРТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой СИ

 А.В. Солонец
«06» 06 2026 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
«ТРЕНАЖЕР ДЛЯ РАЗВИТИЯ ШИРОЧАЙШИХ МЫШЦ СПИНЫ У
ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ»

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

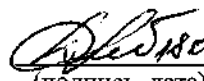
Обучающийся группы 11904122

Руководитель

 С.В. Копа
(подпись, дата)

Консультанты

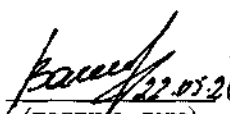
по основной части

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

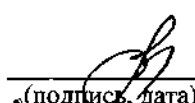
по методической части

 А.В. Солонец
(подпись, дата) К.П.Н., доцент

по разделу «Экономическая часть»

 В.В. Шешко
(подпись, дата)

по разделу «Охрана труда»

 Т.И. Серченя
(подпись, дата) 30.04.2026

Ответственный за нормоконтроль

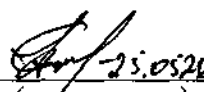
 Г.Л. Автушко
(подпись, дата)

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 76 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

 Н.А. Парамонова
(подпись, дата) К.Б.Н., доцент

Минск 2026

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 76 с., 20 рис., 23 табл., 2 приложения, 60 источников.

КАРКАС, ШКИВ, ТРЕНАЖЕР, ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ, РЕМЕНЧАТАЯ ПЕРЕДАЧА, ПНЕВМОПРИВОД, СХЕМА.

Объектом разработки является тренажер для развития широчайших мышц спины у лиц с ограниченными возможностями.

Цель дипломного проекта: разработка конструкции тренажера для развития широчайших мышц спины у лиц с ограниченными возможностями.

В процессе выполнения работы рассчитаны основные параметры элементов конструкции.

Разработана твердотельная модель тренажера при помощи SolidWorks 2023; рабочие чертежи каркаса, сборочный чертеж конструкции при помощи AutoCAD Mechanical 2017.

Разработана информационно-измерительная система устройства, осуществлено описание последовательности работы, разработаны функциональная и принципиальная электрические схемы, разработан маршрут изготовления детали при помощи токарных операций различной направленности, произведен выбор элементной базы системы с её обоснованием, а также разработан алгоритм работы микропроцессорного блока устройства.

Проведено испытание каркаса-основания на прочность. Разработана методика тренировки с использованием тренажера для развития широчайших мышц спины у лиц с ограниченными возможностями.

Рассмотрены вопросы охраны труда, а также техники безопасности при эксплуатации устройства.

Проведён расчёт себестоимости устройства и его экономической эффективности.

Область применения данного устройства – тренировочный процесс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. О социальной защите инвалидов в Республике Беларусь [Электронный ресурс]: Закон Респ. Беларусь от 11 нояб. 1991 г. № 1224-ХП: в ред. от 6 янв. 2021 г. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=v19101224> (дата обращения: 17.03.2026).
2. Давыдов, В. И. Адаптивная физическая культура: теория и практика / В. И. Давыдов. – СПб. : Лань, 2019. – 284 с.
3. Майоров, В. А. Технические средства в тренировочном процессе спортсменов / В. А. Майоров. – СПб. : ЛЭСГАФ, 2020. – 184 с.
4. Юшкевич, Т. П. Комплексные тренажёры и методы их применения / Т. П. Юшкевич. – М. : Физкультура и спорт, 2017. – 190 с.
5. Кузьмин, В. С. Организация и методика физической реабилитации / В. С. Кузьмин. – М. : Спорт, 2017. – 256 с.
6. ISO 15370:2018. Weight training equipment — Safety requirements and test methods. – Geneva : ISO, 2018. – 46 p.
7. ISO 439:2019. Safety requirements for sports equipment for disabled persons. – Geneva : ISO, 2019. – 32 p.
8. ГОСТ 2.105-95. Единая система конструкторской документации. Общие требования к текстовым документам [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001260> (дата обращения: 15.03.2026).
9. Designing for the Disabled [website] / P. O. A. S. G. – London: Taylor & Francis, 2019. – URL: <https://www.taylorfrancis.com/> (дата обращения: 16.03.2026).
10. Designing Inclusive Sports Facilities [website] / M. L. B. – Oxford: Elsevier, 2020. – URL: <https://www.elsevier.com/> (дата обращения: 01.04.2026).
11. ГОСТ 8645-68. Трубы стальные профильные. Сортамент [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004100> (дата обращения: 23.03.2026).
12. Устиновский, Е. П. Проектирование ремённых передач с применением ЭВМ / Е. П. Устиновский, Е. В. Вайчулис. – Челябинск : Изд-во ЮУрГУ, 2018. – 133 с.
13. ГОСТ 2.020-2015. Единая система конструкторской документации. Правила выполнения эскизов [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200124125> (дата обращения: 09.05.2026).
14. ГОСТ 2.050-2014. Единая система конструкторской документации. Правила оформления чертежей [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200113079> (дата обращения: 09.05.2026).

15. ГОСТ 1050-88. Прокат из углеродистой качественной стали: технические условия [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200001056> (дата обращения: 11.05.2026).
16. Агейчик, В. А. Основы конструирования деталей машин: учеб. пособие / В. А. Агейчик, Ю. Н. Носов, В. И. Захаренко. – Мн. : БГАТУ, 2009. – 268 с.
17. Алешкевич, С. В. Теория механизмов и машин / С. В. Алешкевич. – М. : Машиностроение, 2015. – 520 с.
18. ГОСТ 24705-81. Основные нормы взаимозаменяемости. Резьба метрическая. Основные размеры [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012210> (дата обращения: 17.05.2026).
19. Ушаков, В. Н. Надёжность техники: учебник / В. Н. Ушаков. – М. : Высшая школа, 2007. – 472 с.
20. ГОСТ 5916-70. Гайки шестигранные низкие с уменьшенным размером «под ключ» класса точности А [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008928> (дата обращения: 12.05.2026).
21. ГОСТ 11284-75. Отверстия сквозные под крепежные детали. Размеры [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200008928> (дата обращения: 12.05.2026).
22. ГОСТ 1759.4-87. Болты, винты и шпильки. Механические свойства и методы испытаний [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200012199> (дата обращения: 17.05.2026).
23. Arduino и микроконтроллеры: практическое руководство / пер. с англ. – М. : ДМК Пресс, 2019. – 416 с.
24. Электронные компоненты в спортивной технике [Электронный ресурс]. – URL: <https://electronics.ru/> (дата обращения: 12.03.2026).
25. USB-интерфейсы: теория и практика. – М. : Солой-Пресс, 2020. – 320 с.
26. OLED-дисплей SSD1306: техническая документация [сайт]. – URL: <https://cdn-shop.adafruit.com/datasheets/SSD1306.pdf> (дата обращения: 17.05.2026).
27. ABS-пластик GF 30 [сайт]. – URL: <https://novaprint3d.ru/techinfonovara-gf> (дата обращения: 22.03.2026).
28. Сталь 45X. Справочник конструкционных сталей [сайт]. – URL: <https://metalspace.ru/> (дата обращения: 05.04.2026).
29. Якуш, Е. М. Основы спортивной тренировки: теория и методика / Е. М. Якуш, Е. Н. Дисько. – Мн. : БГУФК, 2018. – 214 с.
30. Загrevский, В. И. Биомеханика физических упражнений / В. И. Загrevский, О. И. Загrevский. – М. : Советский спорт, 2018. – 296 с.

31. Савицкий, А. А. Технология тренировки мышц спины / А. А. Савицкий. – М. : Спорт, 2020. – 184 с.
32. Physical Activity and Disability: A Guide for Professionals [website] / S. D. C. – Chicago: Human Kinetics, 2019. – URL: <https://www.humankinetics.com/> (дата обращения: 04.05.2026).
33. Rehabilitation Engineering and Assistive Technology [website] / C. D. C. – New York: Oxford University Press, 2021. – URL: <https://global.oup.com/> (дата обращения: 04.05.2026).
34. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений: Санитарные правила и нормы СанПиН № 44: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 16 мая 2022 г. № 44. – Мн., 2022. – 15 с.
35. Требования к устройству и эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений: Санитарные правила и нормы СанПиН № 127: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 16 дек. 2013 г. № 127. – Мн., 2013. – 22 с.
36. Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах»: ГН-9: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.01.2021 № 37. – Мн., 2021. – 10 с.
37. ГОСТ 12.1.005-88. Система стандартов безопасности труда. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200003608> (дата обращения: 05.05.2026).
38. Требования к контролю воздуха рабочей зоны: Санитарные нормы и правила: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 11 окт. 2017 г. № 92. – Мн., 2017. – 12 с.
39. СН 4.02.03-2019. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха: утв. постановлением М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь от 16.12.2019 № 69. – Мн., 2020. – 73 с.
40. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека»: ГН-11 : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.01.2021 № 37. – Мн., 2021. – 9 с.
41. ISO 226:2020. Acoustics – Equal-loudness contours. – Geneva : ISO, 2020. – 58 p.
42. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека»: ГН-13 : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.01.2021 № 37. – Мн., 2021. – 13 с.

43. Гигиенический норматив «Показатели безопасности для человека световой среды помещений производственных, общественных и жилых зданий»: ГН-15: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.01.2021 № 37. – Мн., 2021. – 10 с.

44. Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности воздействия ультрафиолетового излучения от производственных источников»: ГН-10: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 25.01.2021 № 37. – Мн., 2021. – 8 с.

45. Требования к электромагнитным излучениям радиочастотного диапазона при их воздействии на человека: Гигиенический норматив: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 5 марта 2015 г. № 23. – Мн., 2015. – 12 с.

46. ГОСТ 12.1.030-81. Система стандартов безопасности труда. Электробезопасность. Защитное заземление, зануление [Электронный ресурс]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/5200284> (дата обращения: 11.05.2026).

47. ТКП 339-2022. Правила устройства и защитные меры электробезопасности: утв. постановлением М-ва энергетики Респ. Беларусь от 27.09.2022 № 38. – Мн., 2022. – 124 с.

48. ТКП 27-2022. Правила техники безопасности при эксплуатации электроустановок: утв. постановлением М-ва энергетики Респ. Беларусь от 04.04.2022 № 16. – Мн., 2022. – 89 с.

49. ТКП 474-2013. Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности: утв. постановлением М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь от 29.01.2013 г. № 4. – Мн., 2013. – 45 с.

50. СН 2.02.05-2020. Пожарная безопасность зданий и сооружений: утв. постановлением М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь от 12.11.2020 № 79. – Мн., 2020. – 70 с.

51. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь 01-2014: утв. постановлением М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь 01.2014. – Мн., 2014. – 35 с.

52. Нормы оснащения первичными средствами пожаротушения помещений производственных и складских зданий: утв. постановлением М-ва по чрезвычайным ситуациям Респ. Беларусь от 18 мая 2018 г. № 35. – Мн., 2018. – 10 с.

53. СН 2.02.03-2019. Пожарная автоматика зданий и сооружений: утв. постановлением М-ва архитектуры и строительства Респ. Беларусь от 17.08.2020 № 64. – Мн., 2020. – 75 с.

54. Медицинская реабилитация: современные технологии / под ред. А. В. Гречко. – М. : Мед. информ. агентство, 2020. – 342 с.
55. Adaptive Sports Equipment: Design and Engineering [website] / M. K. S. – Boston: Springer, 2022. – URL: <https://www.springer.com/> (дата обращения: 16.05.2026).
56. Assistive Technology for People with Disabilities [website] / D. R. J. – New York: Springer, 2021. – URL: <https://www.springer.com/> (дата обращения: 16.05.2026).
57. Методические указания по выполнению дипломного проектирования / М-во образования Респ. Беларусь, Белорус. нац. техн. ун-т. – Мн. : БНТУ, 2023. – 46 с.
58. The Science of Sports Equipment [website] / J. R. H. – Chichester: Wiley, 2020. – URL: <https://www.wiley.com/> (дата обращения: 17.05.2026).
59. Medical Devices and Assistive Technology for People with Disabilities [website] / T. M. S. – Berlin: Springer, 2022. – URL: <https://www.springer.com/> (дата обращения: 17.05.2026).
60. American College of Sports Medicine. ACSM's guidelines for exercise testing and prescription [website]. – 10th ed. – Philadelphia: Wolters Kluwer, 2018. – URL: <https://www.wolterskluwer.com/> (дата обращения: 17.05.2026).