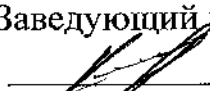


БЕЛОРУССКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ СПОРТИВНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ
КАФЕДРА «СПОРТИВНАЯ ИНЖЕНЕРИЯ»

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ
Заведующий кафедрой СИ
 А.В. Солонец
«01» 06 2026 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
«ТРЕНАЖЕР ДЛЯ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ФУНКЦИЙ ПОЯСНИЧНО-
ГРУДНОГО ОТДЕЛА»

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

Обучающийся группы 11904122

 - 19.05.2026 К.А. Игнатович
(подпись, дата)

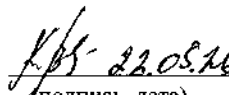
Руководитель

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

Консультанты
по основной части

 А.В. Солонец
(подпись, дата) 28.05.26 К.П.Н., доцент

по методической части

 22.05.26 В.В. Карнейчик
(подпись, дата) К.Э.Н., доцент

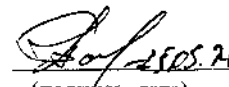
по разделу «Экономическая часть»

 Т.И. Серченя
(подпись, дата) 30.04.2026

по разделу «Охрана труда»

 15.05.26 Г.Л. Автушко
(подпись, дата)

Ответственный за нормоконтроль

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

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 71 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

Минск 2026

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 71 с., 17 рис., 22 табл., 2 приложения, 56 источник.

ТРЕНАЖЁР, СВАРНЫЕ КОНСТРУКЦИИ, ПНЕВМОДВИГАТЕЛЬ, ПРОФИЛЬНЫЕ ТРУБЫ, ТВЕРДОТЕЛЬНАЯ МОДЕЛЬ

Объектом разработки является тренажер для восстановления функций пояснично-грудного отдела.

Цель дипломного проекта: разработка тренажера для восстановления функций пояснично-грудного отдела.

При помощи системы автоматического проектирования SolidWorks 2025 разработана твердотельная модель конструкции тренажера, рабочие чертежи деталей, проведено исследование прочности несущих конструкций и выполнен сборочный чертеж конструкции.

Разработан технологический процесс изготовления детали «Шкив» включая следующие операции механической обработки: токарная (подрезание торцов и растачивание отверстий), фрезерование шпоночных пазов и шлифование.

Разработана инструкция по сборке спроектированного тренажера, осуществлено описание последовательности работы, произведен выбор элементной базы системы и компонентов тренажера с её обоснованием.

В процессе выполнения работы рассчитаны основные параметры элементов конструкции. Проведен расчет необходимого момента силы закручивания гайки в болтовом соединении, который составляет не менее $43 \text{ Н} \times \text{м}$. Выполнен расчет сварного шва на прочность, который показал, что при действии на шов эксплуатационных нагрузок, продольной силы $F=175 \text{ Н}$ и моментов сил $M_1=M_2=750 \text{ Н} \times \text{м}$, выполняется условие прочности. Нарботка до первого отказа блока управления, равна 32000 часа. Статический анализ показал, что конструкция пригодна к эксплуатации при заданных нагрузках.

Проведен расчет надежности информационно-измерительной системы.

Подобрана методика тренировки с использованием тренажер для восстановления функций пояснично-грудного отдела.

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

Область применения данного тренажера – тренировочный процесс.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Никитин, В. А. Основы биомеханики движений человека / В. А. Никитин. – М. : Физкультура и спорт, 2007. – 248 с.
2. Zatsiorsky, V. M. Kinetics of Human Motion / V. M. Zatsiorsky. – Champaign : Human Kinetics, 2002. – 374 p.
3. Гавердовский, Ю. К. Биомеханика / Ю. К. Гавердовский. – М. : Советский спорт, 2007. – 452 с.
4. Меньшиков, В. В. Основы теории и методики спортивной тренировки / В. В. Меньшиков. – М. : Академия, 2011. – 288 с.
5. Баевский, Р. М. Анализ вариабельности сердечного ритма в различных условиях / Р. М. Баевский, Г. Г. Иванов. – М. : Медицина, 2002. – 220 с.
6. Владимирова, О. В. Моторный контроль и обучение движениям / О. В. Владимирова. – СПб. : Питер, 2018. – 312 с.
7. Карпман, В. Л. Тесты в спортивной медицине / В. Л. Карпман, Н. В. Белоконь. – М. : Медицина, 1988. – 176 с.
8. McGuigan, M. Developing Power / M. McGuigan. – Champaign : Human Kinetics, 2017. – 192 p.
9. Дьяченко, И. Ф. Упражнения для развития координации / И. Ф. Дьяченко. – Киев : Здоров'я, 1990. – 112 с.
10. Schmidt, R. A. Motor Control and Learning / R. A. Schmidt, T. D. Lee. – 6th ed. – Champaign : Human Kinetics, 2019. – 672 p.
11. Верецагин, А. Л. Тренажёры и методики тренировки равновесия / А. Л. Верецагин. – М. : Спорт, 2014. – 224 с.
12. Исупов, А. Ю. Современные технологии спортивной тренировки / А. Ю. Исупов. – Казань : Центр инноваций, 2015. – 300 с.
13. Пономаренко, Г. Н. Реабилитационные тренажёры: методические основы / Г. Н. Пономаренко. – СПб. : ЭЛБИ, 2012. – 184 с.
14. Бруно, А. А. Платформы для оценки баланса: типы и применение / А. А. Бруно // Спортивная наука. – 2020. – № 2. – С. 35–42.
15. Aydin, T. The use of balance platforms in athletic training / T. Aydin, K. Yildirim, A. G. Aydin [et al.] // Journal of Sport Rehabilitation. – 2019. – Vol. 28, № 5. – P. 480–486.
16. Dorgo, S. Stability and Balance Training / S. Dorgo. – New York : Nova Science Publishers, 2014. – 208 p.
17. Пискунов, В. И. Методика развития равновесия у спортсменов / В. И. Пискунов. – М. : Олимпия, 2009. – 146 с.

18. Muehlbauer, T. Balance training and performance / T. Muehlbauer, C. Granacher, U. Granacher [et al.] // *Sports Medicine*. – 2015. – Vol. 45. – P. 1739–1768.
19. Solnik, S. Assessment of Human Balance: Tools and Methods / S. Solnik. – Berlin : Springer, 2021. – 242 p.
20. Козлов, С. А. Пневматические и электромеханические системы в спортивном оборудовании / С. А. Козлов. – М. : Машиностроение, 2010. – 198 с.
21. Ковальчук, Н. И. Актуаторы: виды, расчёт, применение / Н. И. Ковальчук. – Мн. : Технопринт, 2018. – 206 с.
22. Жданов, С. М. Основы мехатроники / С. М. Жданов. – М. : Высшая школа, 2016. – 360 с.
23. Носов, А. С. Электромеханические приводы для тренажёров / А. С. Носов. – СПб. : Политехника, 2020. – 212 с.
24. Глебов, В. И. Основы систем управления тренажёрами / В. И. Глебов. – М. : РХТУ, 2011. – 176 с.
25. Мельников, А. Н. Надёжность спортивного оборудования / А. Н. Мельников. – М. : Спорт и техника, 2008. – 190 с.
26. Ebersold, S. Embedded systems in sport training platforms / S. Ebersold // *IEEE Systems Journal*. – 2020. – Vol. 14, № 3. – P. 4321–4328.
27. Попов, А. А. Надёжность тренажёров: методика расчёта / А. А. Попов. – М. : Машиностроение, 2014. – 150 с.
28. ГОСТ 27.002-2015. Надёжность в технике. Основные понятия. Термины и определения. – Введ. 01.03.2016. – Мн. : Госстандарт, 2015. – 27 с.
29. ГОСТ 12.2.003-2014. Оборудование производственное. Общие требования безопасности. – Введ. 01.03.2015. – Мн. : Госстандарт, 2014. – 10 с.
30. Свойства сталей : [сайт]. – URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php (дата обращения: 02.04.2026).
31. Сталь 25 – Конструкционная сталь : характеристики : [сайт]. – URL: <https://www.lsst.ru/spravochnik-metalloprokata/konstruktsionnaya-stal/stal-25/> (дата обращения: 05.04.2026).
32. ГОСТ 7798-70. Болты с шестигранной головкой класса точности В. – Введ. 01.01.1995. – Мн. : Издательство стандартов, 1977. – 6 с.
33. ГОСТ 5915-70. Гайки шестигранные класса точности В. – Введ. 01.01.1995. – Мн. : Стандартиформ, 2010. – 6 с.
34. ГОСТ 14254-96. Степени защиты, обеспечиваемые оболочками (код IP). – Введ. 01.01.1997. – Мн. : Стандартиформ, 1997. – 5 с.
35. Испытания (степени защиты) : технический справочник : [сайт]. – URL: <http://docs.cntd.ru/document/gost-14254-96> (дата обращения: 10.04.2026).

36. Описание климатических исполнений : справочные материалы : [сайт]. – URL: <https://www.xn--80af0abdgbb8a6b.xn--plai/articles/163450> (дата обращения: 12.04.2026).

37. Санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации бассейнов, аквапарков, объектов по оказанию бытовых услуг бань, саун и душевых, СПА-объектов, физкультурно-спортивных сооружений : СанПиН № 44 от 16.05.2022. – Мн., 2022. – 15 с.

38. ГОСТ 12.1.005-88. ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны. – Введ. 01.01.1989. – Мн. : Издательство стандартов, 1988. – 10 с.

39. Санитарные нормы и правила «Требования к микроклимату рабочих мест в производственных и офисных помещениях» : утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь 30.04.2013 № 33. – Мн., 2013. – 20 с.

40. Санитарные нормы и правила «Требования к контролю воздуха рабочей зоны» : утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь 11.10.2017 № 92. – Мн., 2017. – 360 с.

41. СН 4.02.03-2019. Отопление, вентиляция и кондиционирование воздуха. – Введ. 16.12.2019 № 69. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 73 с.

42. Санитарные нормы, правила и гигиенические нормативы «Шум на рабочих местах, в транспортных средствах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой застройки» : утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь 16.11.2011 № 115. – Мн., 2011. – 9 с.

43. Санитарные нормы и правила «Требования к производственной вибрации, вибрации в жилых помещениях, помещениях административных и общественных зданий» : утв. Постановлением Минздрава Республики Беларусь 26.12.2013 № 132. – Мн., 2013. – 29 с.

44. СН 2.04.03-2020. Естественное и искусственное освещение. – Введ. 30.10.2020 № 70. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 86 с.

45. СН 2.02.05-2020. Пожарная безопасность зданий и сооружений. – Введ. 12.11.2020 № 79. – Мн. : Министерство архитектуры и строительства Республики Беларусь, 2020. – 70 с.

46. Методические указания по выполнению экономического раздела дипломного проектирования для студентов технических специальностей приборостроительного факультета. – Мн. : БНТУ, 2014. – 46 с.

47. Агарков, А. П. Экономика и управление на предприятии / А. П. Агарков, Р. С. Голов, А. М. Голиков [и др.]. – М. : Дашков, 2013. – 400 с.

48. Бабук, И. М. Экономика промышленного предприятия / И. М. Бабук, Т. А. Сахнович. – М. : ИНФРА-М, 2013. – 439 с.
49. Баскакова, О. В. Экономика предприятия / О. В. Баскакова, Л. Ф. Сейко. – М. : Дашков, 2013. – 372 с.
50. Горфинкель, В. Я. Экономика предприятия / В. Я. Горфинкель. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2013. – 663 с.
51. Ключкова, Е. Н. Экономика предприятия / Е. Н. Ключкова, В. И. Кузнецов, Т. Е. Платонова. – М. : Юрайт, 2014. – 448 с.
52. Горбачев, А. Ф. Курсовое проектирование по технологии машиностроения : учебное пособие для вузов / А. Ф. Горбачев, В. А. Шкред. – М. : Альянс, 2007. – 256 с.
53. ГОСТ 1050-88. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали : [сайт]. – URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200004986> (дата обращения: 18.05.2026).
54. Свойства сталей : [сайт]. – URL: http://www.splav-kharkov.com/mat_start.php (дата обращения: 20.05.2026).
55. Станок горизонтальный фрезерный консольный 6Т82 : технические характеристики : [сайт]. – URL: http://stanki-katalog.ru/sprav_6t82.htm (дата обращения: 22.05.2026).
56. Станки плазменной резки металла с ЧПУ : технические характеристики : [сайт]. – URL: <https://lasergu.ru/catalog/plazmennye-stanki-chpu/> (дата обращения: 25.05.2026).