

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

ДОПУЩЕН К ЗАЩИТЕ

Заведующий кафедрой СИ

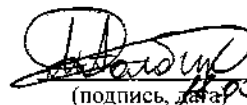
А.В.Солонец

«01» 06 2026 г.

РАСЧЕТНО-ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА
ДИПЛОМНОГО ПРОЕКТА
«МОДЕРНИЗАЦИЯ БОРТОВОЙ СИСТЕМЫ ХОККЕЙНОЙ КОРОБКИ
В ГКСУ «ЧИЖОВКА-АРЕНА»

Специальность 1-60 01 01 «Техническое обеспечение эксплуатации
спортивных объектов»

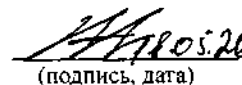
Обучающийся
группы 11902122


(подпись, дата)

М.А. Долбик

26

Руководитель


(подпись, дата)

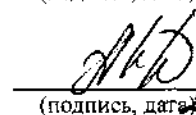
А.И. Кузьмицкий

Консультанты
по основной части


(подпись, дата)

В.А. Катибникова

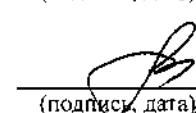
по методической части


(подпись, дата)

Н.А. Яцко

22.05.26

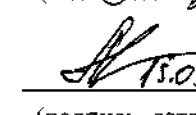
по разделу «Экономическая часть»


(подпись, дата)

Т.И. Серченя

20.04.2026

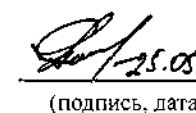
по разделу «Охрана труда»


(подпись, дата)

Г.Л. Автушко

15.05.26

Ответственный за нормоконтроль


(подпись, дата)

Н.А. Парамонова

к.б.н., доцент

Объем проекта:

расчетно-пояснительная записка – 79 страниц;

графическая часть – 8 листов;

магнитные (цифровые) носители – 1 единица.

Минск 2026

РЕФЕРАТ

Пояснительная записка содержит 79 с., 9 рис., 25 табл., 69 источников, 1 приложение.

БОРТОВАЯ СИСТЕМА ЛЕДОВОЙ АРЕНЫ, МОДЕРНИЗАЦИЯ, LED-ПАНЕЛЬ, ХОККЕЙНЫЙ БОРТ.

Объектом разработки является бортовая система хоккейной коробки в ГКСУ «Чижовка-Арена».

Цель дипломного проектирования: модернизация бортовой системы хоккейной коробки в ГКСУ «Чижовка-Арена».

В ходе дипломного проектирования был проведен обзор текущей бортовой системы ГКСУ «Чижовка-Арена», сравнительный анализ элементов, осуществлен подбор оборудования.

Подобраны элементы для модернизации бортовой системы.

В процессе разработки проекта:

- рассмотрены характеристики бортовой системы и ее основных компонентов;
- проведен анализ текущего состояния бортовой системы и выявлены ее недостатки;
- изучена нормативная база и требования к оборудованию спортивных объектов;
- рассмотрены аналоги бортовых систем, сравнительные характеристики элементов;
- выбрана комплектация компонентов модернизированной системы;
- выполнены расчеты по надежности, энергопотреблению и интеграции с существующими системами;
- оценена экономическая эффективность проекта и разработаны мероприятия по охране труда (техника безопасности при монтаже и эксплуатации системы).

Модернизация бортовой системы хоккейной коробки в ГКСУ «Чижовка-Арена» проводилась с применением СНиП, норм и правил безопасности труда и других нормативных документов, а также с учетом требований и правил по охране труда и технике безопасности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Проектирование комплексных объектов. Многофункциональный общественный комплекс : учеб.-метод. пособие для студ. специальности 1-69 01 01 «Архитектура» / С. А. Сергачев [и др.]. – Мн. : БНТУ, 2021. – 80 с.
2. СП 31-112-2007. Физкультурно-спортивные залы. Часть 3. Крытые ледовые арены. – М. : ОАО «Институт общественных зданий», 2007. – 56 с.
3. Пособие П2-2023. Спортивные и физкультурно-оздоровительные здания, сооружения и помещения. – Мн. : РУП «Стройтехнорм», УП «Белпромпроект», 2023. – 84 с.
4. СанПиН №127 от 16.12.2013. Требования к устройству и эксплуатации физкультурно-спортивных сооружений. – Мн. : Министерство здравоохранения Республики Беларусь, 2013. – 32 с.
5. СН 3.02.02-2019. Общественные здания. – Мн. : Минстройархитектуры РБ, 2019. – 74 с.
6. СН 2.02.09-2025. Строительные нормы по энергоэффективности. – Мн. : Минстройархитектуры РБ, 2025. – 48 с.
7. СН 3.02.19-2025. Общественные здания. Требования к эксплуатации. – Мн. : Минстройархитектуры РБ, 2025. – 52 с.
8. Постановление Министерства спорта и туризма Республики Беларусь № 28 от 04.08.2025 «О физкультурно-спортивных сооружениях». – Мн. : Минспорт РБ, 2025. – 18 с.
9. ГОСТ 7.1-2003. Библиографическая запись. Библиографическое описание. Общие требования и правила составления. – Мн. : Госстандарт, 2003. – 24 с.
10. International Ice Hockey Federatio // IIHF Ice Arena Guide 2024. – URL: https://blob.iihf.com/iihf-media/iihfmvc/media/downloads/projects/ice%20rink%20guide/240926_iihf_ice_arena_guide_2024-september_12_fin.pdf (дата обращения: 10.02.2026).
11. Континентальная хоккейная лига. Регламент проведения Чемпионата КХЛ сезона 2025/2026 [сайт]. – URL: <https://www.khl.ru> (дата обращения: 10.12.2025).
12. National Hockey League // NHL Official Rules 2024–2025 [сайт]. – URL: <https://media.nhl.com/site/asset/public/ext/2024-25/2024-25Rules.pdf> (дата обращения: 10.12.2025).
13. Федерация хоккея Республики Беларусь. Регламент проведения соревнований по хоккею с шайбой [сайт]. – URL: <https://hockey.by> (дата обращения: 10.12.2025).

14. Tuominen M., Stuart M. J., Aubry M., Kannus P., Parkkari J. Concussion in the international ice hockey World Championships and Olympic Winter Games between 2006 and 2015 // *British Journal of Sports Medicine*. – 2017. – Vol. 51, No. 4. – P. 244–252.

15. Athletica Sport Systems Inc. GlassFlex® [сайт]. – URL: <https://www.athletica.com/glassflex/> (дата обращения: 23.02.2026).

16. ENGO GmbH. FlexBoard PPS Technical Data [сайт]. – URL: <https://www.engo.it/media/c2ce165e-2b10-44e2-aa78-a3f5e4551-809/20240412142231/technicaldata-engo-flexboard02-pps-vorab.pdf> (дата обращения: 18.02.2026).

17. SportMax // Хоккейные борта и системы ограждений [сайт]. – URL: <https://sport-max.ru> (дата обращения: 18.02.2026).

18. ТехноВатт // Хоккейные борта для ледовых арен [сайт]. – URL: <https://tehnovatt.ru/hokkejnye-borta-dlya-ledovyh-aren/> (дата обращения: 18.02.2026).

19. ТехноВатт // Уличные хоккейные коробки [сайт]. – URL: <https://tehnovatt.ru/ulichnye-hokkejnye-korobki/> (дата обращения: 15.02.2026).

20. АльфаСпорт // Хоккейные борта [сайт]. – URL: <https://alfasport.by/hokkej/hokkejnye-borta/> – Дата доступа: 18.02.2026.

21. Трюхан, М. Ю. Современные тенденции функционально-планировочного формирования ледовых сооружений / М. Ю. Трюхан, М. В. Барабаш // *Архитектура и строительство*. – 2021. – № 3. – С. 12–18.

22. : Чуйкин, С. В. Особенности обеспечения микроклимата крытых ледовых арен / С. В. Чуйкин // *Журнал СОК*. – 2021. – № 3. – С. 34–39.

23. Автоматизация ледовой арены «Ледяной куб» [сайт]. – URL: <https://insyte.by/projects/ice-cube> (дата обращения: 21.12.2025).

24. Петров, С. П. Энергоэффективность в спортивных комплексах / С. П. Петров. – СПб. : Лань, 2022. – 256 с.

25. Как выбрать светодиодный экран: шаг пикселя, яркость, размер. – [сайт]. – URL: <https://www.gtlamp.ru/o-kompanii/poleznye-stati/kak-vybrat-svetodiodnyj-ekran.html> (дата обращения: 10.03.2026).

26. Козлов, С. Р. Расчетно-пояснительная записка по модернизации систем спортивных арен / С. Р. Козлов. – Мн. : БНТУ. – 2022. – 120 с.

27. P10 Outdoor Module DIP Series [сайт]. – URL: <https://ledsino.store/product/p10-outdoor-module-dip-series/> (дата обращения: 16.03.2026).

28. Absen A0621 LED Wall Specifications [сайт]. – URL: <https://www.ledwallcentral.com/Absen-A0621.htm> (дата обращения: 16.03.2026).

29. Unilumin P10 LED Wall Spec [сайт]. – URL: <https://www.ledwallcentral.com/Unilumin-P10.htm> (дата обращения: 16.03.2026).
30. Смирнова, Е. К. IoT в системах управления инженерным оборудованием / Е. К. Смирнова. – М. : Горячая линия – Телеком, 2024. – 180 с.
31. NovaStar VX4S LED Video Controller [сайт]. – URL: <https://www.novaledscreen.com/novastar-vx4s/> (дата доступа: 23.03.2026).
32. MCTRL660 LED Display Controller [сайт]. – URL: <https://www.novastar.tech/tpl/MCTRL660.html> (дата обращения: 23.03.2026).
33. Сравнение источников бесперебойного питания APC и Eaton [сайт]. – URL: <https://www.dcsupplies.net/blog/184-apc-smart-ups-vs-eaton-ups-i-2026-business-comparison-guide> (дата обращения: 16.03.2026).
34. Чижовка-Арена: описание объекта. – Мн., 2025. – URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Чижовка-Арена> (дата обращения: 21.12.2025).
35. Официальный сайт Чижовка-Арена. – Мн., 2025. – URL: <https://chizhovka-arena.by> (дата обращения: 21.12.2025).
36. Стандарты безопасности спортивных сооружений. – URL: <https://library.bntu.by/wp-content/uploads/2025/02/standarty-bezopasnosti-sportivnyh-sooruzhenij.pdf> (дата обращения: 21.12.2025).
37. Модернизация спортивных площадок в Минске // Центр Минск. – 2020. – URL: <https://centr.minsk.gov.by/be/svedeniya-o-rajone/novosti-i-sobytiya/10254-vse-o-modernizatsii-sportivnykh-ploshchadok> (дата обращения: 21.12.2025).
38. Техническая документация: Siemens Desigo CC (BMS), Schneider Electric EcoStruxure; каталоги оборудования Honeywell, ABB; отчеты по энергоаудиту «Чижовка-Арена» (2024).
39. Ice Rink HMI Controller System [сайт]. – URL: <https://berg-controls.com> (дата обращения: 21.12.2025).
40. Будущее ледовых арен: тренды, технологии и устойчивое развитие [сайт]. – URL: <https://iceprofessional.com> (дата обращения: 21.12.2025).
41. Трудовой кодекс Республики Беларусь : с изм. и доп. – Мн. : Национальный правовой Интернет портал Республики Беларусь, 2026. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 08.04.2026).
42. Указ Президента Республики Беларусь от 18 января 2019 г. № 27 «Об оплате труда работников бюджетных организаций» : в ред. Указа Президента Республики Беларусь от 10 сентября 2025 г. № 329. – Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 08.04.2026).
43. Единый квалификационный справочник должностей служащих (ЕКСД). Выпуск 2. Должности служащих для всех видов деятельности. – Мн.

: Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь, 2019. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 10.04.2026).

44. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС). Выпуск 3. Строительные, монтажные и ремонтно-строительные работы. – Мн. : Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь, 2018. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 10.04.2026).

45. Единый тарифно-квалификационный справочник работ и профессий рабочих (ЕТКС). Выпуск 1. Общие профессии рабочих и профессии электротехнического и радиоэлектронного производства. – Мн. : Министерство труда и социальной защиты Республики Беларусь, 2018. – URL: <https://pravo.by> (дата обращения: 10.04.2026).

46. Манцерава, Т. Ф. Экономика труда : электрон. учеб.-метод. комплекс / Т. Ф. Манцерава, И. Э. Василевская. – Мн. : БНТУ, 2020. – URL: https://rep.bntu.by/bitstream/handle/data/76253/ЕН_konomika_truda.pdf (дата обращения: 10.04.2026).

47. Глубокий, С. В. Организация и нормирование труда : учеб. пособие / С. В. Глубокий. – Мн. : БНТУ, 2022. – 64 с.

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

49. Костюкевич, Е. Н. Электронный 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. – 1 электрон. опт. диск (CD-R).

50. Экономика и организация производства : учеб. пособие / под ред. В. В. Прушковского. – Мн. : БНТУ, 2019. – 328 с.

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

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

53. 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.

54. Экономика проектных решений: методические указания по экономическому обоснованию дипломных проектов : учеб.-метод. пособие / В. Г. Горовой [и др.]. – Мн. : БГУИР, 2021. – 107 с.
55. 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 01-01 «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, [1] с.: ил., табл.
56. Кудрявцев А. Г. Экономическое обоснование инвестиций в модернизацию / А. Г. Кудрявцев. – М. : Финансы и статистика, 2021. – 288 с.
57. ГОСТ 12.0.003 74. Система стандартов безопасности труда. Опасные и вредные производственные факторы. Классификация. – Введ. 01.01.1976. – М. : Изд-во стандартов, 2004. – 28 с.
58. Постановление Министерства труда и социальной защиты Республики Беларусь от 06.02.2025 № 11 «Об утверждении Правил по охране труда при выполнении работ на высоте» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=W22543207p> (дата обращения: 25.03.2026).
59. СТБ ISO 45001-2020. Системы менеджмента охраны труда. Требования и руководство по применению. – Мн. : Госстандарт, 2020. – 41 с.
60. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 Гигиенический норматив «Микроклиматические показатели безопасности и безвредности на рабочих местах» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 25.03.2026).
61. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности микроорганизмов-продуцентов, микробных препаратов и их компонентов, вредных веществ в воздухе рабочей зоны и на кожных покровах работающих» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 25.03.2026).
62. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности шумового воздействия на человека»

// Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 25.03.2026).

63. Об утверждении гигиенических нормативов : постановление Совета Министров Респ. Беларусь от 25 янв. 2021 г. № 37 Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности вибрационного воздействия на человека» // Национальный правовой Интернет-портал Республики Беларусь. – URL: <https://pravo.by/document/?guid=12551&p0=C22100037> (дата обращения: 25.03.2026).

64. Об утверждении и введении в действие строительных норм : постановлением Министерства архитектуры и строительства Республики Беларусь от 24.10.2025 № 125 СН 2.04.03 2020. «Естественное и искусственное освещение» : в ред от 31 нояб. 2025 № 1 // ЭТАЛОН : информ.-поисковая система (дата обращения: 25.03.2026).

65. ГОСТ 12.1.030-81. «Электробезопасность. Защитное заземление, зануление». – М., 2001. – 10 с.

66. ТКП 295-2011 «Пожарная техника. Огнетушители. Требования к выбору и эксплуатации». – Мн., 2011. – 19 с.

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

68. ТКП 474-2013 «Категорирование помещений, зданий и наружных установок по взрывопожарной и пожарной опасности». – Мн., 2013. – 57 с.

69. ППБ Республики Беларусь 01-2014. Правила пожарной безопасности Республики Беларусь. – Введ. 01.07.14. «Научно-исследовательский институт пожарной безопасности и проблем чрезвычайных ситуаций» Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь. – Мн., 2014. – 208 с.