

КЕЙС

Разработка и изготовление защитных колпачков для крепёжных соединений многофункциональных тренажёров МТБ

Организация-заказчик: ООО «Кинезио» Центр доктора Бубновского в Братске

Направление: технические проекты • цифровое производство • безопасность эксплуатации

Период выполнения: октябрь 2026 года — март 2027 года

Публичная защита: 16 апреля 2027 года

1. Название кейса

Разработка и изготовление защитных колпачков для крепёжных соединений многофункциональных тренажёров МТБ.

2. Паспорт кейса

Параметр	Содержание
Организация-заказчик	Медицинская организация «Центр доктора Бубновского» в Братске (ООО «Кинезио»).
Направление	Машиностроение, конструирование, цифровое производство, бережливое производство, безопасность эксплуатации оборудования.
Рекомендуемая секция	«Технические проекты»; при индивидуальном выполнении обучающимся 10–11 класса — «Лучшие школьные индивидуальные проекты».
Участники	Обучающиеся 10–11 классов и студенты 1–2 курсов.
Формат	Команда из 3–5 человек или индивидуальный проект.
Уровень сложности	Средний.
Место выполнения	Образовательная организация, учебная лаборатория Университета; объект заказчика — только для согласованного натурного обследования и приёмочных испытаний.
Срок выполнения	С 10 октября 2026 года по 31 марта 2027 года.
Допустимое число команд	Не более пяти.
Итоговый продукт	Готовый защитный колпачок (при необходимости — семейство типоразмеров), пилотная партия изделий и воспроизводимая технология изготовления.

3. Организация и контекст

«Центр доктора Бубновского» в Братске — официальный медицинский центр, работающий в сфере лечения и реабилитации пациентов с заболеваниями и нарушениями опорно-двигательного аппарата. Центр работает в Братске с 2019 года и ведёт приём на двух площадках: в жилом районе Центральном и

в жилом районе Энергетик. Ключевое направление работы — кинезитерапия: выполнение индивидуально подобранных упражнений на многофункциональных тренажёрах Бубновского под контролем специалистов.

Зал кинезитерапии является одновременно лечебно-реабилитационным и производственно-эксплуатационным пространством: в течение рабочего дня тренажёры многократно используются пациентами, инструкторы меняют упражнения и вспомогательные приспособления, а сотрудники выполняют регулярную уборку и обработку контактных поверхностей. Поэтому детали тренажёров должны быть безопасными при случайном касании, устойчивыми к повторяющимся нагрузкам и удобными для санитарной обработки.

По предварительным данным заказчика, на обследуемой площадке эксплуатируются 11 многофункциональных тренажёров МТБ. Тренажёры поставляются заводского изготовления и собираются на объекте; элементы рам и узлов соединяются крепежом. Выступающие части отдельных болтов и гаек закрываются пластиковыми защитными колпачками. На одном тренажёре предварительно учтено 28 защищаемых крепёжных позиций; фактическое количество, геометрия и типы соединений должны быть подтверждены участниками при натурном обследовании.

Официальные сведения для знакомства с деятельностью заказчика: bubnovsky-bratsk.ru; общая электронная почта центра: bratsk@bubnovsky.org.

Служебный контакт куратора проекта от Братского государственного университета: Слепенко Евгений Алексеевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой машиностроения и транспорта. телефон для связи 89027698623.

Куратор проекта от ООО «Кинезио» заместитель директора по АХД Вербицкая Татьяна Сергеева тел. 89501483598 электронная почта: bratsk@bubnovsky.org.

4. Проблемная ситуация

В процессе постоянной эксплуатации штатные пластиковые колпачки могут ослабевать, соскакивать при случайном контакте, падать, теряться или разрушаться. В результате выступающие края крепёжных элементов остаются открытыми. Это повышает риск зацепления одежды, повреждения кожи при случайном касании, а также требует от сотрудников регулярного контроля наличия колпачков и поиска либо закупки замены.

Простая замена утраченных элементов на аналогичные не устраняет причины повторного отказа. Заказчику требуется изделие, геометрия и материал которого выбраны по фактическим размерам крепежа, условиям доступа, характеру контакта и способам санитарной обработки. Решение не должно затруднять работу инструктора, ограничивать движения тросов и подвижных частей, требовать изменения конструкции тренажёра или повреждать его покрытие.

Проект должен пройти путь от обследования реального объекта до изготовления и проверки готового изделия. Расчётная модель или демонстрационный макет без натурной примерки не считаются достаточным результатом.

5. Исходные данные

До начала проектирования заказчик предоставляет или согласовывает следующие исходные материалы:

- перечень обследуемых тренажёров и время, когда они могут быть временно выведены из работы для осмотра;
- доступ к 11 тренажёрам в сопровождении представителя центра;

- образцы исправного и повреждённого штатного колпачка, если они сохранились;
- разрешение на измерение доступных крепёжных соединений и согласованную фотосъёмку оборудования без пациентов и персональных данных;
- наименование применяемого средства и режим санитарной обработки поверхностей либо обезличенное описание его типа;
- комментарии инструктора или технического работника о местах наиболее частой потери и повреждения колпачков;
- форму допуска на объект и требования по охране труда, санитарному режиму и конфиденциальности.

Предварительные показатели — 11 тренажёров, 28 защищаемых крепёжных позиций на каждом тренажёре, всего до 308 позиций — подлежат проверке. Расхождения фиксируются в ведомости обследования и согласуются с куратором. Если выявлено несколько существенно различающихся соединений, заказчик вместе с командой определяет приоритетный типоразмер или перечень не более трёх типоразмеров для дальнейшей разработки.

6. Цель кейса

К 31 марта 2027 года на основании натурного обследования тренажёров разработать, изготовить и передать заказчику готовый защитный колпачок для наиболее распространённого или наиболее проблемного типа крепёжного соединения, пилотную партию изделий, достаточную для оснащения одного выбранного тренажёра, а также комплект технологической документации, позволяющий повторно изготавливать изделия с заданным качеством.

7. Задачи участников

1. Изучить деятельность заказчика, назначение зала кинезитерапии и условия эксплуатации тренажёров МТБ.
2. Подготовить программу натурного обследования, формы измерений и перечень необходимого безопасного инструмента.
3. Провести на объекте визуальный и инструментальный осмотр 11 тренажёров: выполнить инвентаризацию защищаемых соединений, измерения, фотофиксацию разрешённых зон и карту дефектов.
4. Выявить причины потери или разрушения штатных колпачков, определить типовые зоны контакта, ограничения по габаритам и требования к санитарной обработке.
5. Сформировать техническое задание на изделие и согласовать его с заказчиком до начала детального проектирования.
6. Разработать не менее двух конструктивно-технологических вариантов и сравнить их по удержанию, безопасности, долговечности, ремонтпригодности, стоимости и возможности изготовления имеющимися средствами.
7. Создать параметрическую 3D-модель выбранного варианта, рабочий чертёж или эскиз с размерами, допусками и обозначением материала.
8. Изготовить опытные образцы, провести стендовые проверки и не менее двух циклов корректировки конструкции по результатам испытаний.
9. Провести согласованную натурную примерку финального образца на выбранных соединениях тренажёра без вмешательства в несущую конструкцию и регулировки оборудования.
10. Изготовить пилотную партию, выполнить контроль качества каждого изделия и подготовить технологическую инструкцию по производству, контролю, установке, снятию и утилизации брака.

11. Рассчитать расход материала, трудоёмкость, себестоимость единицы и партии; подготовить итоговый отчёт, презентацию и комплект электронных файлов.

7.1. Натурное обследование

Натурное обследование является обязательным этапом кейса и проводится по заранее согласованной программе. Его результатом должна стать не подборка фотографий, а проверяемый массив данных, достаточный для проектирования изделия.

Этап	Содержание
1. Подготовка	Согласовать дату, состав группы, маршрут и перечень инструмента; получить инструктаж; присвоить тренажёрам условные номера МТБ-01...МТБ-11.
2. Инвентаризация	Для каждого тренажёра отметить количество крепёжных позиций, наличие, отсутствие и состояние штатных колпачков.
3. Измерения	Измерить доступные диаметры и длины выступающих частей, размеры головки/гайки, расстояния до соседних элементов и свободный монтажный объём. Повторить ключевые измерения не менее двух раз.
4. Условия работы	Зафиксировать близость тросов и подвижных деталей, возможные направления случайного касания, доступ для установки и снятия, характер уборки и обработки.
5. Анализ отказов	Выделить повторяющиеся дефекты: потеря, трещина, разрыв, деформация, ослабление посадки, неудобство очистки; получить комментарии ответственного сотрудника.
6. Результат	Оформить обмерные эскизы, сводную таблицу типоразмеров, карту дефектов и перечень ограничений. Передать заказчику на подтверждение до проектирования.

8. Ожидаемый продукт

Основной результат — не макет, а комплект готовых изделий и воспроизводимая технология их производства.

Состав результата	Требование
-------------------	------------

Состав результата	Требование
Готовое изделие	Финальный защитный колпачок, полностью закрывающий выбранную выступающую часть крепежа, пригодный для установки и опытной эксплуатации после приёмки заказчиком.
Пилотная партия	Количество, достаточное для оснащения всех однотипных позиций одного выбранного тренажёра; ориентировочно до 28 штук. Точный объём утверждается после обследования.
Цифровая модель	Редактируемая параметрическая 3D-модель и нейтральный файл обмена (например, STEP); для аддитивного изготовления дополнительно STL/3MF.
Конструкторская документация	Чертёж или эскиз изделия с основными размерами, допусками, материалом, обозначением версии и требованиями к поверхности.
Технология производства	Маршрутная карта от подготовки материала до упаковки; параметры оборудования; схема размещения; постобработка; контроль; критерии брака; правила повторного запуска партии.
Контроль и испытания	Протоколы измерений, посадки, удержания, циклической установки/снятия, санитарной обработки и натурной примерки.
Экономическое обоснование	Расход материала, машинное и ручное время, себестоимость единицы и пилотной партии, сравнение с закупкой готовых аналогов при наличии.
Эксплуатационные материалы	Краткая инструкция по установке, снятию, осмотру, очистке и замене; маркировка или упаковочный лист партии.
Отчётность	Итоговый отчёт, презентация и архив исходных файлов без персональных данных и несогласованных фотографий.

9. Обязательные требования и критерии приёмки

Критерий	Требование	Проверка
Соответствие объекту	Размеры изделия основаны на результатах натуральных измерений; финальный образец устанавливается на выбранные фактические соединения без доработки тренажёра.	Натурная примерка по акту, обмерный эскиз.
Защитная функция	Колпачок полностью закрывает доступную выступающую резбовую часть и острые кромки; само изделие не имеет заусенцев и острых граней.	Визуальный и тактильный контроль комиссией.
Удержание	После серии не менее 20 установок и снятий образец сохраняет посадку; при согласованном ручном испытании не происходит самопроизвольного выпадения. Целевой способ приложения нагрузки фиксируется в программе испытаний.	Протокол циклического испытания и видеозапись стенда по согласованию.
Совместимость	Изделие не касается тросов и других подвижных элементов, не ограничивает регулировку и доступ инструктора к штатным органам тренажёра.	Осмотр в крайних рабочих положениях, выполняемый представителем заказчика.
Санитарная обработка	После не менее 10 циклов обработки согласованным средством отсутствуют трещины, липкость, расслоение и потеря посадки.	Сравнительный осмотр и контроль ключевых размеров до/после.
Повторяемость	Не менее 90% изделий пилотной партии проходят входной контроль и устанавливаются без индивидуальной подгонки. Бракованные изделия заменяются до передачи партии.	Ведомость контроля партии.

Критерий	Требование	Проверка
Безопасность материала	Материал не должен оставлять следов на покрытии, иметь выраженный запах или разрушаться при штатной установке; наименование, изготовитель и доступные сведения о материале указаны в документации.	Осмотр, паспорт/описание материала.
Технологичность	Технологическая карта содержит оборудование, оснастку, параметры процесса, время операций, контрольные размеры и критерии брака; независимый исполнитель может повторить изготовление по комплекту документов.	Контрольное изготовление не менее одного изделия или экспертная проверка карты.
Идентификация	На документации и упаковке указаны обозначение изделия, версия конструкции, дата изготовления, материал и количество.	Проверка комплекта поставки.

При выявлении нескольких типоразмеров критерии применяются отдельно к каждому согласованному варианту. Заказчик вправе уточнить способ испытания удержания и объём пилотной партии после получения результатов обследования, но до изготовления финальной партии.

10. Ограничения и допущения

- Участники не разбирают тренажёры, не ослабляют силовой крепёж, не снимают защитные кожухи и не вмешиваются в регулировки.
- Изделие должно устанавливаться без сверления, сварки, клея на раме, изменения резьбы или иной необратимой доработки тренажёра.
- Натурная примерка проводится только в согласованное время на выведенном из работы тренажёре; окончательную установку выполняет или контролирует представитель заказчика.
- В проекте не используются сведения о диагнозах, программах лечения и персональные данные пациентов. Пациенты не привлекаются к испытаниям.
- Предпочтительны доступные технологии малосерийного производства: FDM/FFF-печать гибкими или жёсткими полимерами, литьё в эластичную форму или применение стандартного изделия с обоснованной адаптацией. Выбор технологии должен быть подтверждён испытаниями.
- Не допускается материал, который крошится, имеет острые изломы, повреждает покрытие тренажёра или не переносит согласованную санитарную обработку.
- Условный предельный бюджет на материалы и изготовление опытных образцов и пилотной партии — 20 000 рублей. Оборудование лаборатории и труд участников в эту сумму не включаются.

- Цены для расчёта фиксируются по состоянию на 1 февраля 2027 года и подтверждаются коммерческими предложениями, счетами или ссылками.
- Изделие, созданное в рамках кейса, рассматривается как опытно-пилотное. Решение о длительной эксплуатации принимает заказчик после собственной оценки безопасности и совместимости.

11. Ресурсы

Источник	Ресурсы и поддержка
Заказчик	Доступ к объекту по согласованию; образцы штатных колпачков при наличии; сведения об эксплуатации и санитарной обработке; консультация не чаще одного раза в месяц; участие в натурной примерке и итоговой приёмке.
Университет/образовательная организация	Рабочее место; штангенциркуль, линейки, резьбомер при наличии; компьютер с САПР; 3D-принтер или иное согласованное оборудование; весы; средства контроля; помощь руководителя.
Участники	САПР с возможностью экспорта нейтральных форматов; табличный процессор; фотоаппарат/телефон только при разрешении; маркировочные материалы; полимеры и расходные материалы в пределах бюджета.
Информационные источники	Документация оборудования, паспорта и рекомендации производителей материалов, открытые каталоги стандартных колпачков, справочные материалы по проектированию и выбранной технологии.

12. Этапы и контрольные точки

Срок	Контрольный результат
9 октября 2026	Представление кейса на Ярмарке проектов.
До 23 октября 2026	Регистрация, формирование команды, вопросы заказчику, уточнение состава исходных данных.
До 13 ноября 2026	Программа натурного обследования, формы ведомостей, перечень инструмента и рисков.

Срок	Контрольный результат
До 27 ноября 2026	Натурное обследование 11 тренажёров; ведомость размеров, карта дефектов, фотофиксация согласованных зон.
До 18 декабря 2026	Согласованное техническое задание и не менее двух концепций изделия.
До 29 января 2027	3D-модели и первая серия образцов; предварительные стендовые испытания.
До 19 февраля 2027	Скорректированный образец, выбранная технология, проект технологической карты и расчёт себестоимости.
До 5 марта 2027	Натурная примерка финального образца и фиксация замечаний заказчика.
До 19 марта 2027	Пилотная партия, ведомость контроля, комплект конструкторской и технологической документации.
До 31 марта 2027	Передача готовых изделий и итоговых материалов заказчику.
16 апреля 2027	Публичная защита проекта.

13. Сопровождение

Куратор от организации-заказчика — назначенный руководителем центра сотрудник, отвечающий за эксплуатацию зала кинезитерапии, безопасность оборудования или административно-хозяйственную деятельность. В технических вопросах рекомендуется участие инструктора-методиста и сотрудника, обслуживающего тренажёры.

Консультации проводятся очно или дистанционно не чаще одного раза в месяц продолжительностью до 45 минут. Вопросы направляются куратору не позднее чем за три рабочих дня. Служебный контакт куратора проекта от Братского государственного университета: Слепенко Евгений Алексеевич, кандидат технических наук, заведующий кафедрой машиностроения и транспорта телефон для связи 89027698623. Куратор проекта от ООО «Кинезио» - заместитель директора по АХД Вербицкая Татьяна Сергеева тел. 89501483598 электронная почта: bratsk@bubnovsky.org.

14. Безопасность и доступ

- Посещение центра допускается организованной группой в сопровождении руководителя проекта и представителя заказчика после вводного инструктажа.

- Обследование проводится вне занятий пациента на конкретном тренажёре. Запрещено создавать помехи медицинскому и реабилитационному процессу.
- Измеряется только доступный крепёж. Запрещены демонтаж деталей, приложение значительных усилий, включение или перемещение грузоблочных механизмов участниками без разрешения.
- Инструмент должен быть исправным, без острых открытых частей в момент переноски. После измерений на тренажёре не оставляют инструмент, образцы и маркировку.
- Фото- и видеосъёмка разрешается только в согласованных зонах. В кадр не должны попадать пациенты, документы, экраны и иные персональные сведения.
- При изготовлении применяются требования безопасности конкретного оборудования: термостойкие перчатки при работе с нагретыми узлами, вентиляция, защитные очки при механической обработке и удалении поддержек.
- Испытание на тренажёре прекращается при любом заедании, контакте с тросом или подвижной частью, повреждении покрытия либо замечании представителя заказчика.

15. Конфиденциальность и данные

В отчёт включаются только технические сведения, необходимые для разработки изделия. Тренажёры обозначаются условными номерами; сведения о пациентах и сотрудниках не собираются. Фотографии до включения в презентацию и публикацию согласуются с заказчиком.

Полученные на объекте файлы не размещаются в открытых хранилищах и внешних цифровых сервисах без разрешения. Общедоступные системы искусственного интеллекта допускается использовать только для работы с обезличенными формулировками, не содержащими фотографий объекта, внутренних документов, контактов сотрудников и иных закрытых данных.

16. Использование результата

После приёмки заказчик получает пилотную партию и полный комплект файлов. Изделия могут быть установлены на одном выбранном тренажёре для ограниченной опытной эксплуатации под контролем ответственного сотрудника. Рекомендуется вести журнал осмотров с фиксацией сохранности, удобства очистки и случаев ослабления посадки.

При положительном результате заказчик сможет повторить изготовление по переданной технологии, заказать дополнительную партию либо направить конструкцию на профессиональную доработку. Массовое применение на всех тренажёрах, изменение состава материала или режима производства требуют повторной проверки. Условия передачи и дальнейшего использования прав на цифровую модель и документацию согласуются отдельно.

17. Экспертиза со стороны работодателя

В экспертной оценке рекомендуется участие представителя медицинского центра, специалиста по эксплуатации оборудования, инженера-конструктора или технолога цифрового производства, а также специалиста по охране труда либо качеству.

- полнота и достоверность натурного обследования;
- обоснованность выбранной геометрии и материала;
- отсутствие вмешательства в штатную конструкцию и рабочие перемещения тренажёра;
- качество посадки, безопасность поверхности и удобство санитарной обработки;
- повторяемость изделий пилотной партии;
- реалистичность технологического процесса, себестоимости и сроков изготовления;
- полнота конструкторской, технологической и эксплуатационной документации.

18. Приложения к кейсу

Файл	Содержание
01_Задание_на_обследование_v1_2026-10-09.pdf	Порядок допуска, объект и границы обследования.
02_Ведомость_обследования_МТБ_v1.xlsx	Форма инвентаризации, измерений и карты дефектов.
03_Фотофиксация_правила_v1.pdf	Разрешённые зоны и правила обезличивания.
04_Техническое_задание_форма_v1.docx	Форма согласования требований к изделию.
05_Протокол_испытаний_форма_v1.xlsx	Форма фиксации испытаний и приёмки.
06_Технологическая_карта_форма_v1.docx	Шаблон технологии изготовления и контроля.
07_Акт_передачи_пилотной_партии_v1.docx	Комплектность и замечания заказчика.

Приложение А. Минимальная форма ведомости натурного обследования

Ведомость заполняется отдельно по каждой крепёжной позиции или группе полностью идентичных позиций. Все размеры указываются в миллиметрах; метод и средство измерения фиксируются.

Поле	Значение
Условный номер тренажёра	МТБ-____
Номер и расположение позиции	_____
Состояние штатного колпачка	есть / отсутствует / ослаблен / повреждён
Тип крепежа и доступная геометрия	_____
Диаметр закрываемой части	_____ мм
Длина выступающей части	_____ мм
Габарит головки/гайки	_____ × _____ мм
Свободный монтажный объём	_____ × _____ × _____ мм
Расстояние до подвижных частей	_____ мм
Следы контакта или повреждения	_____

Поле	Значение
Условия очистки/обработки	_____
Номер согласованной фотографии	_____
Повторное измерение и расхождение	_____
Примечание представителя заказчика	_____

Приложение Б. Комплектность передачи результата

- ☐ готовый эталонный образец изделия;
- ☐ пилотная партия в согласованном количестве с упаковочным листом;
- ☐ ведомость контроля партии и протоколы испытаний;
- ☐ редактируемая 3D-модель, STEP и производственный файл STL/3MF при применимости;
- ☐ чертёж/эскиз и спецификация материала;
- ☐ маршрутная и операционная технологическая карта;
- ☐ инструкция по установке, осмотру, очистке и замене;
- ☐ расчёт себестоимости и трудоёмкости;
- ☐ итоговый отчёт и презентация.

Примечание. Сведения о профиле и адресах организации сформулированы по официальным сайтам Центра доктора Бубновского. Количественные данные о тренажёрах и крепёжных позициях являются предварительными данными заказчика и должны быть подтверждены натурным обследованием.