

УДК 004.8

ПРИМЕНЕНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ КОМПЬЮТЕРНОГО ЗРЕНИЯ  
ДЛЯ ВЫСТРАИВАНИЯ ИНДИВИДУАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ  
РЕАБИЛИТАЦИИ

Д. Г. АРСЕНЬЕВ<sup>1</sup>, А. Е. МИСНИК<sup>2</sup>, М. А. ШАЛУХОВА<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Санкт-Петербургский политехнический университет Петра Великого

Санкт-Петербург, Россия

<sup>2</sup>Белорусско-Российский университет

Могилев, Беларусь

Специализированные программные средства необходимы для создания и развития бизнес-процессов в сложных кибер-физических системах, в том числе системах функциональной диагностики состояния опорно-двигательного аппарата человека. При разработке программных модулей требуется учитывать специфику отрасли применения конечного продукта – в динамично развивающихся сферах требуется сочетать возможности современного программного обеспечения с потенциалом использования существующих программных модулей. Программные комплексы, работающие в сфере реабилитации послеоперационных больных, требуют постоянного совершенствования: подходы к хирургическим вмешательствам и методики реабилитации динамично меняются. Онтологическое представление позволяет представить конфигурацию информационной системы через онтологическую модель, которая может быть расширена и дополнена, обеспечивая лаконичную структуру, доступную для понимания компонентов системы и их взаимосвязей [1, 2].

Высокотехнологичную медицинскую помощь по специальности травматология и ортопедия оказывает Федеральное государственное бюджетное учреждение «Федеральный центр травматологии, ортопедии и эндопротезирования» Министерства здравоохранения Российской Федерации (г. Смоленск). В Центре проводятся операции по протезированию опорных элементов искусственными аналогами, в том числе эндопротезирование суставов, что позволяет безболезненно двигаться и полноценно жить. Условием закрепления успешного результата операции является квалифицированный постоперационный уход и восстанавливающее лечение, грамотно налаженный реабилитационный процесс помогает вернуться к нормальному образу жизни. Каждый пациент имеет индивидуальные особенности, влияющие на прохождение процесса реабилитации, в связи с чем возникает необходимость разрабатывать индивидуальный план восстановительных мероприятий для каждого больного. Дальнейший процесс восстановления может также проходить с особенностями,

что требует от специалиста-реабилитолога постоянной корректировки плана реабилитации пациента.

Использование технологий искусственного интеллекта, компьютерного зрения и дополненной реальности для анализа и мониторинга функционального состояния опорно-двигательного аппарата человека является перспективным направлением для автоматизации и стандартизации процессов сбора и анализа информации о состоянии костей, суставов и мышц. Системы, сочетающие онтологический подход и инструменты компьютерного зрения, могут быстро обрабатывать большие объемы информации и выдавать подробные заключения, снижая нагрузку на врачей по анализу и интерпретации данных, позволяют составить и актуализировать рекомендации по коррекции опорно-двигательного аппарата на основе полученных данных пациента [3].

Для решения поставленной задачи была создана система для функциональной диагностики и адаптивной коррекции опорно-двигательного аппарата человека, основанная на компьютерном зрении. Работа системы проходит в несколько этапов: используя компьютерное зрение, программный модуль фиксирует изменения положения конечности с помощью опорных точек. Затем траекторный анализ опорных точек указывает на изменения углов движения, которые соответствуют траектории движения конечностей пациента во время выполнения заданного упражнения. Для получения текущих данных о пациенте программный модуль измеряет угол сгибания в соответствии с действующей методикой функциональной реабилитации. Данные о полученном угле передаются в модуль хранения тестов, обновляя данные о текущей модели пациента и его статусе. Статус пациента предназначен для привлечения внимания лечащего врача в случае, если значения измерений пациента выходят за пределы нормальных значений, с учетом дня реабилитации. На основе обновлённых данных пациента составляется новый план его индивидуальной реабилитации в соответствии с траекторией восстановления.

#### СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Misnik, A. E.** Ontological Engineering on Metagraphs Basis / A. E. Misnik // VI International Conference on Information Technologies in Engineering Education (Inforino). – Moscow, 2022. – P. 1–6.
2. **Bobryakov, A.** Management of Industrial and Technological Processes of Complex Systems Based on Modified Neuro-Fuzzy Petri Nets / A. Bobryakov, A. Misnik, S. Prakash // CEUR Workshop Proceedings. – 2021. – Vol. 2965. – P. 276–283.
3. **Misnik, A. E.** Application of Computer Vision Technologies to Reduce Injuries in the Athletes' Training / A. E. Misnik, A. A. Velkov, M. A. Shalukhova // Intelligent Information Technologies for Industry: Proceedings of the Seventh International Scientific Conference. – 2023. – Vol. 777. – P. 137–145.