

ДИНАМИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ТРАЕКТОРИИ ЛИЦ С ОСОБЫМИ ПОТРЕБНОСТЯМИ

Киселевский О.С.¹, Спасенников В.В.²

¹*Белорусско-Российский университет, г. Могилёв, Республика Беларусь*

²*Брянский государственный технический университет, г. Брянск, Российская Федерация*
kiselevskioleg@gmail.com

Основной темой статьи является динамическое моделирование образовательной траектории обучаемого при прохождении курсов повышения квалификации и переподготовки. В динамической модели учитываются эмоциональные, социальные и материальные мотивирующие факторы, и стимулы. Кроме этого, в докладе акцентируется роль когнитивных наук в конвергенции научных знаний и формировании мультидисциплинарного подхода к моделированию социальных систем, а также их взаимодействия с природной и техногенной средой. Подчёркивается, что потребности каждой личности являются особыми, в связи с чем инклузивный эргодизайн должен затрагивать проблемы адаптации образовательной и производственной среды к возможностям каждого человека.

Ключевые слова: образовательная траектория, управление в организационных системах, эргодизайн, дифференциальные уравнения, бифуркационная диаграмма, аутизм.

Интенсивное развитие техногенной и информационной реальности остро поставило вопросы о роли и взаимодействии с ней человека. Среди стратегических направлений научно-технического развития РФ можно отметить: импортозамещение программного обеспечения, предназначенного для управления социальными и экономическими системами; укрепление цивилизационных основ и духовно-нравственных ценностей общества; развитие социально-психологических технологий формирования и развития общественных отношений и др. В 2021 году вступил в действие указ об утверждении новой номенклатуры научных специальностей, где в группу социальных и гуманитарных наук включён блок 5.12 «Когнитивные науки». Разумеется, дипломы кандидатов и докторов «когнитивных наук» ВАК РФ не выдаёт. По специальностям 5.12.1 «Междисциплинарные исследования когнитивных процессов» и «5.12.4. Когнитивное моделирование» могут быть присуждены учёные степени в области философских, психологических, технических и даже физ.-мат. наук (Рис.1). В подтверждение перечень смежных специальностей включает группы 2.3 «Информационные технологии и телекоммуникации», 1.2 «Компьютерные науки и информатика», 5.2. «Экономика», 5.4. «Социология» и даже 2.9 «Транспортные системы». Очевидно намерение новой группой специальностей объединить традиционные сферы науки и технологий вокруг роли человека в них.

Развитие сферы когнитивных наук находится в зоне особого внимания. Так в сентябре текущего года Российская академия образования инициировала создание консорциума РАО и Экспертного совета ВАК по когнитивным наукам с целью сбора и экспертизы предложений по актуальным тематикам докторских исследований в области когнитивных наук. Роль когнитивных наук чрезвычайно обширна – это и моделирование взаимодействий «человек – машина», и моделирование поведения человека в экстремальных условиях и условиях информационной неопределенности, и организация инновационной деятельности и генерации знаний, и разработка машин, заменяющих человека или имитирующих его деятельность, и, в частности, поддержка и развитие инклюзивных технологий в социальной сфере.

В перечне приоритетных направлений научных исследований РБ, утверждённом в апреле 2025 года, «человеческий фактор» фигурирует косвенно – в единственной позиции, касающейся социальной и информационной безопасности страны. Даже стоящая во главе повестки проблема использования искусственного интеллекта избегает исследования когнитивных функций человека, его деятельности, принятия им решений.

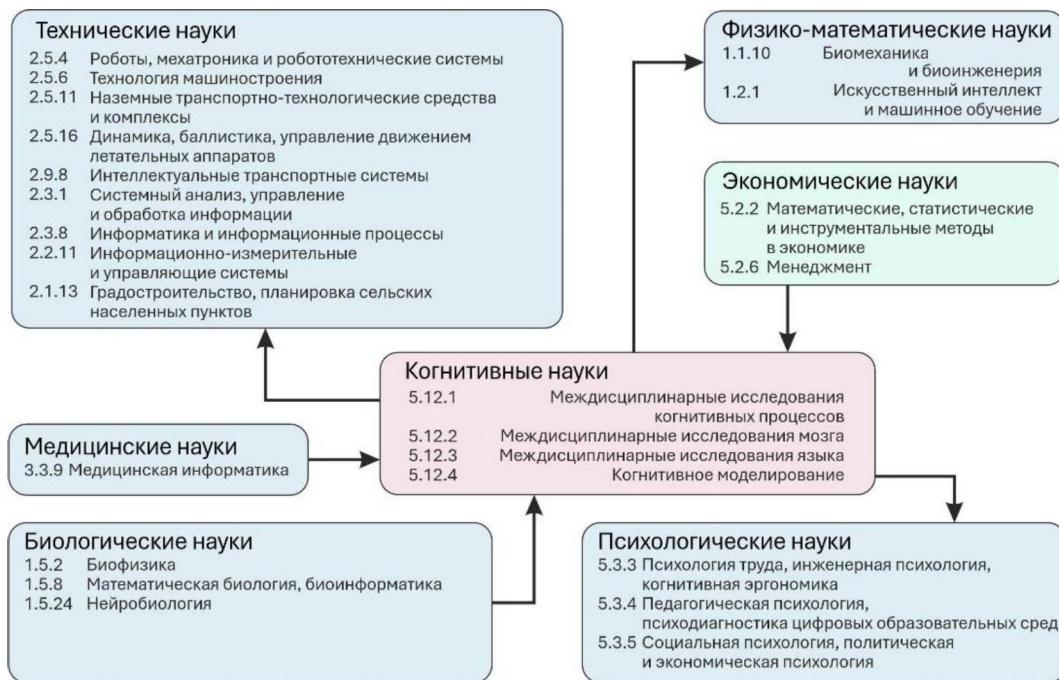


Рис. 1 – Роль когнитивных наук в конвергенции научных знаний

Вместе с тем интенсивное развитие цифровых технологий и обеспечивающей их инженерной инфраструктуры повлекло возникновение новых био-, гео- и химических циклов, затрагивающих жизнедеятельность и физиологию человека. В рамках предложенного Е.А. Дергачевой социотехноприродного подхода человек в своём развитии неотделим от общества, техносферы и биосферы, включён в их тесную взаимосвязь [1]. Будучи погружённым в техносферу человек неизбежно сталкивается с теми её новыми проявлениями, к которым он, как биологический вид, не вполне готов. Новые объекты техносферы изменяют и образ его жизни, и биологическую среду его обитания и жизнедеятельности. Вместе со средой жизнедеятельности техносфера меняет и способы восприятия реальности человеком. Однако и человек в этих процессах не остаётся безучастным. Своим созидающим трудом он трансформирует техносферу и биосферу в направлении повышения её удобства и комфорта.

В качестве нового мультидисциплинарного направления, сконцентрированного на роли труда в развитии биосферы мы предлагаем биоэргономию. Это направление развивается научной школой Эргодизайна, сформировавшейся на базе Брянского государственного технического университета [2]. Междисциплинарность предложенного направления открывает возможность для комплексного и системного анализа процессов и явлений, влияющих на устойчивое развитие человечества в естественной природной среде. Биосферный подход направляет эргодизайн на создание среды, благоприятной для

поддержания как физического, так и психоэмоциональное благополучия человека [3]. А поставленный во главу угла труд, являющий собой высшую ценность и цель жизнедеятельности человека, рассматривается в качестве главного движителя гомеостатического уравновешивания биологических, техногенных и социальных компонентов системы [4].

Роль «человеческого фактора» в развитии инновационных технологий и новых научных знаний несомненна. И сквозная образовательная траектория человека, простирающаяся от начальных азов ориентации ребёнка в пространстве («Находить Восток и Юг, рисовать квадрат и круг» – слова М. Пляцковского, музыка В. Шайнского) до поддержания социальной активности людей пенсионного возраста, должна подчиняться научному человеко-ориентированному подходу и всячески поддерживаться социально-ориентированным государством. К сожалению, термин «образовательная траектория» не обрёл пока точного определения. Чаще всего на макроуровне под ним понимают персональный маршрут обучения, учитывающий интересы, способности и цели конкретного человека, включая самостоятельно выбираемые им учебные заведения и образовательные стандарты. В рамках учебного заведения «образовательной траекторией» можно считать последовательность изучения учебных дисциплин и дифференцированные вариации этих последовательностей для отдельных групп студентов. В рамках производственного процесса Х. Такеучи предлагает «образовательной траекторией» считать циклический процесс усвоения (интернализации) знаний, последующей их социализации, внедрения (экстернализации) и рекомбинации в инновационные технологии [5]. В такой трактовке образовательная траектория может быть визуализирована в пространстве трёх независимых факторов: практической реализованности знания, формализованности знания и фактора собственности [6].

На микроуровне, в элементарную единицу времени траекторию знания можно описать системой дифференциальных уравнений, описывающих эмоциональные, социальные, интеллектуальные и материальные факторы, влияющие на усвоение информации отдельным индивидом, и на её трансформацию в устойчивое, воспроизведенное на практике знание [7]. Именно решение такой системы уравнений представляет собой траекторию конвертации внешних стимулов в мотивацию A_p , мотивации – в накопленную информацию C_p , накопленной информации в применённые на практике знания (Рис. 2).

Использование таких индивидуальных качеств, как личные знания и эмоциональная удовлетворённость даёт основания для применения когнитивного подхода. Когнитивный подход вынуждает сконцентрировать внимание на индивидуальных особенностях рецепции информации человеком и последующей её обработки центральной нервной системой – мозгом. В классических теориях мотивации и деятельности такие аффективные процессы, как рецепция информационных потоков, перцепция, выбор, принятие решения, выбор действия рассматриваются применительно к нейротипической психике. Индивидуальные особенности устройства и развития нервной системы во внимание не принимается. Также во внимание не принимаются особенности работы нервной системы в условиях переизбытка информации или её ограниченности. Вместе с тем любой психически здоровый человек в подобных условиях испытывает как когнитивные, так и сенсорные затруднения:

- фрагментированность восприятия или его искажение;

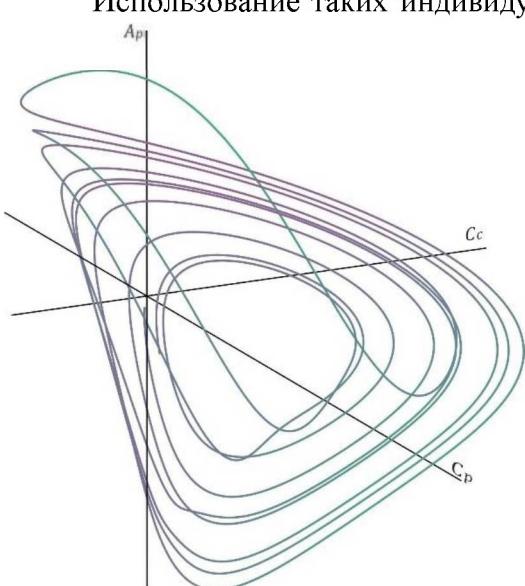


Рис. 2 – Траектория персональных знаний в системе координат:
личные знания C_p ,
коллективная культура C_c ,
эмоциональная удовлетворённость A_p

- затруднённость интегрирования множественных сенсорных стимулов;
- сенсорную перегрузку;
- сенсорную дефензивность либо наоборот гипочувствительность;
- модулирующее возбуждение нервной системы.

Последние три затруднения граничат с патологией. Поэтому в их исследовании обосновано использование опыта медицины, в частности – психиатрии. Дефензивность и гипочувствительность, связанные с сенсорной перегрузкой, в нейропсихологии принято связывать с аутизмом [8]. Под аутизмом понимается патологическое дезинтегративное нарушение психического развития, выраженное в ограничении интересов и социальных взаимодействий. В отличие от нейротипичных индивидов аутисты испытывают постоянные трудности во всех когнитивных сферах: в восприятии, интеграции и обработке сигналов. Отдельные отделы аутического мозга работают не хуже нейротипичного. Но в силу информационной перегрузки (или напротив – недостатка информации) обработка данных и принятие решений задерживается или искажается.

Люди, обладающие гиперчувствительной психикой, теряют чувство комфорта при низкой интенсивности внешних раздражителей или при их недостаточном количестве. Люди с гипочувствительной психикой напротив страдают от недостатка количества и интенсивности раздражителей. Традиционно гипер- и гипочувствительность относятся к патологиям аутического спектра, но... По отношению к восприятию раздражителей на оси интенсивности между гиперчувствительной психикой и гипочувствительной находится нейротипичная (Рис. 3).

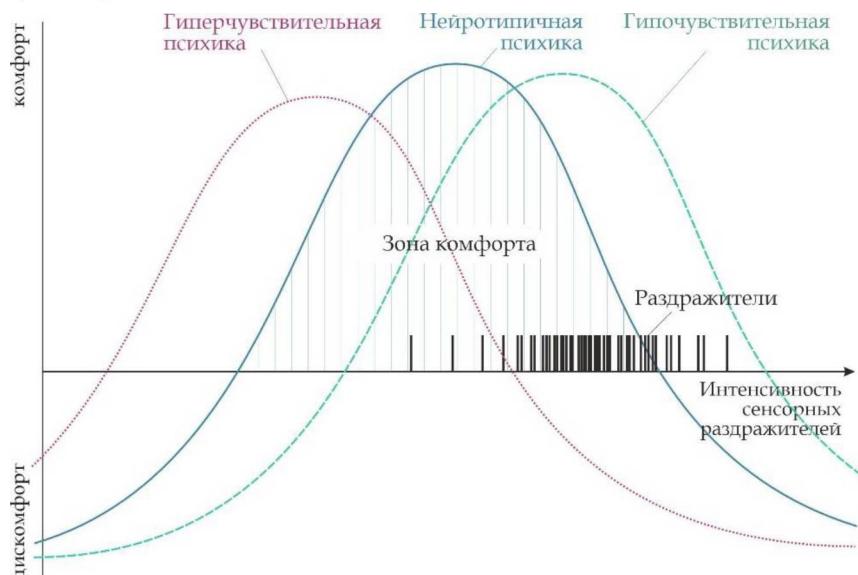


Рис. 3 – Диаграмма чувствительности к внешним раздражителям нейротипичной, гипер- и гипочувствительной психики

Среди научных представлений о причинах аутизма ведущее место занимает наследственность [9]. Для утверждения роли средовых факторов научно подтверждённых данных пока недостаточно. По некоторым данным факторами развития врождённого недуга может оказаться возраст родителей, наличие диабета у матери, наличие наследственных генетических нарушений и врождённых дефектов. Предлагаемые версии о роли вакцинации в развитии аутизма, разумеется, несостоятельны и антинаучны.

Нельзя отрицать роль информационного фактора в развитии сенсорной перегрузки. Синдром гиперчувствительности, как и синдром сенсорной дефензивности присущ любой самой нейротипичной психике. Отличия проявляются лишь в критическом уровне раздражающих стимулов. Сенсорная и информационная нагрузка повышается с развитием средств ИКТ. Маркетинг и электронная экономика на строгой научной основе добивается гарантированной эмоциональной нагрузки на каждого потребителя цифрового контента. Образовательные технологии в этом качестве от них не отстают. Неудивительно, что в последнее время всё больше нейротипичных людей стали проявлять симптомы

гиперчувствительности, а гипочувствительные индивиды – наоборот обрели комфорт (см. рис 3).

В качестве решения проблемы снижения сенсорной нагрузки на обучающихся можно предложить:

- снижение стрессогенных факторов среды;
- максимальное облегчение и упрощение интерфейсов взаимодействия «студент – цифровой ресурс»;
- развитие культуры психического равновесия и совладания;
- информационную и сенсорную диету [8];
- разработку систем контроля эмоциональных и социальных факторов образовательного процесса.

На рис. 4 показаны решения дифференциальных уравнений, описывающих взаимодействие таких факторов, как эмоциональная и социальная вовлечённость, накопление знаний и материальных поощрений в ходе повышения квалификации и переподготовки.

Исследуемая динамическая система содержит четыре дифференциальных уравнения:

$$\begin{cases} \dot{A}_p = \alpha P_c + \beta C_c + \delta C_p - \omega A_p C_c - Out \\ \dot{C}_p = \eta C_c - \delta C_p + \varepsilon P_c - \psi C_p + Inp \\ \dot{C}_c = -\beta C_c + \mu P_c + \psi C_p - \eta C_c \\ \dot{P}_c = \alpha P_c - \mu P_c - \varepsilon P_c + \omega A_p C_c \end{cases}$$

Уравнения описывают взаимное влияние таких ресурсов, как личная эмоциональная мотивация A_p , личные знания и компетенции C_p , коллективная культура C_c и добавленная стоимость P_c . Все материальные и нематериальные ресурсы в этих уравнениях предлагается приводить к их энергетическому эквиваленту и измеряются в Дж. Оценивать эффективность производства и даже валовой продукт не в денежных единицах, а в Джоулях предлагал ещё в 60-ых годах XX в. П.Г. Кузнецов [10]. То есть знания и компетенции предлагается оценивать как потенциальную экономию энергоресурсов, затрачиваемых на производство полезного продукта в случае применения инновационной технологии. Физический труд предлагается оценивать величиной выполненной физической работы. Энергетический эквивалент заработной платы предлагается оценивать как возможность компенсировать работнику затраты энергии на физический и интеллектуальный труд, на поддержание физического, психоэмоционального и социального благополучия, включая затраты на обеспечение комфорта быта и досуга.

Коэффициенты в этих уравнениях, обозначенные буквами греческого алфавита, отражают баланс задействования отдельных ресурсов: α – это доля отчислений от произведённой добавленной стоимости на поощрение и мотивацию работника; β – это роль корпоративной культуры в формировании эмоциональной вовлечённости работника; δ – доля используемых работником личных знаний и компетенций; ε – отчисления предприятия на переподготовку и развитие персонала; μ – инвестиции предприятия в развитие корпоративной культуры; ψ – доля отчуждаемых в пользу предприятия личных знаний; ω – эффективность эмоционального труда, выраженного как готовность производить эмоциональные усилия A_p в направлении корпоративных целей C_c [11].

Гуманитарные пояснения принципов взаимной конвертации материального, культурного, социального и эмоционального ресурса раскрыты в классических трудах П. Бурдье, Ф. Фукуямы, Б. Гендрон, А. Хокшильд [12-14]. Применение энергетических единиц для метрического нормирования количества ресурсов позволяет применить для замкнутого цикла производства знаний закон сохранения энергии.

Динамическая система приобретения знания могла бы считаться стационарной, если бы эмоциональный и культурный ресурсы работника не были подвержены воздействию внешнего информационного поля. В качестве параметров диссипации энергии в уравнения введены слагаемые Inp – приток внешней информации и Out – внешние эмоциональные

издержки.

Система дифференциальных уравнений решена численно по методу Рунге-Кутты. Частными решениями системы являются фазовые портреты, изображённые на рис. 4. Для удобства их анализа фазовые портреты наложены на бифуркационные диаграммы.

Бифуркационная диаграмма на рис. 4, а демонстрирует то, как меняется образовательная траектория обучения при изменении интенсивности информационного потока Inp . На рисунке 4, б бифуркационная диаграмма показывает роль эмоциональных издержек Out на внешние раздражители, не относящиеся к учебному процессу. На диаграмме 4, в исследуется влияние социального фактора β – интеграции обучающегося в коллективные процессы, которой в дистанционном образовании в принципе быть не может.

Анализ бифуркационных диаграмм позволяет выявить те диапазоны величин Inp , Out и β , которые гарантируют стабильность динамической системы, установление в ней устойчивых режимов автогенерации или наступления бифуркаций. На базе математического анализа динамических систем, их фазовых портретов и бифуркационных диаграмм в настоящее время в лабораториях Белорусско-Российского университета и Брянского технического университета совместно разрабатываются модули поддержки когнитивного менеджмента учреждений образования.

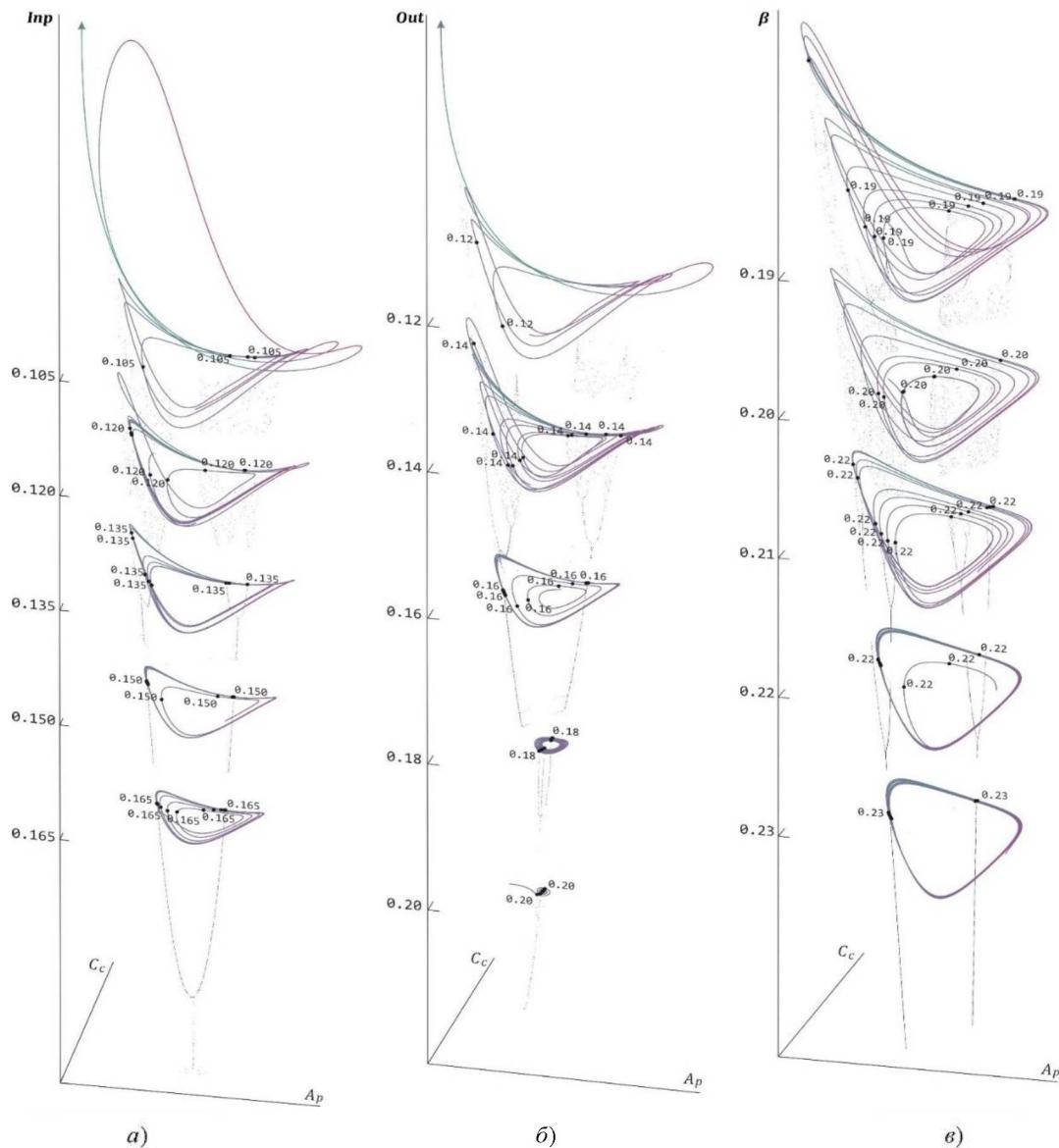


Рис. 4 – Бифуркационные диаграммы и фазовые портреты динамической системы приобретения знаний (траектории обучения)

Когнитивное моделирование социальных процессов в сфере образования является актуальным стратегическим направлением. В цифровую эпоху, когда всякая профессиональная деятельность неизбежно связана с информационными перегрузками, а также постоянными стрессогенными факторами синдром эмоционального выгорания всё больше приближает людей нейротипичной психики к психическим патологиям. В конечном счёте каждый человек обладает индивидуальной системой ценностей, индивидуальными критериями восприятия, индивидуальными способами принятия решения. Поэтому тема конференции «Непрерывное профессиональное образование лиц с особыми потребностями» касается всех людей без исключения.

Помимо предоставления возможности получения образования лицам с особыми потребностями важной частью инклюзивной культуры является поиск инновационных подходов в системе социализации, восстановления социального статуса в рамках политico-правовой модели общества. Если задачи первичной социализации ложатся на родных и близких, то вторичная социализация, подразумевающая самоутверждение личности и реализацию её социального потенциала – это сфера ответственности государства и общественных институтов. Социальная адаптация даёт высокий результат при обоюдном сближении общества и индивида. Со стороны общества требуется комплекс медицинских, психологических, педагогических, социально-средовых, образовательных и социокультурных мер. Современный уровень развития средств коммуникации и связи предоставляет широкие возможности для удовлетворения потребностей человека в знаниях и для актуализации этих знаний в трудовой деятельности. Современный педагогический дизайн уделяет достаточно внимания организации учебной среды и взаимодействий, разработке инклюзивных и универсальных учебных планов дисциплин. Принципы UDL (Universal Design for Learning) опираются на современные когнитивные теории, такие как теория множественного интеллекта Г. Гарднера [15], теория когнитивной нагрузки Дж. Свеллера [16], зона ближайшего развития Л.С. Выготского [17], когнитивная психология и нейролингвистика [18]. Однако, современные достижения цифрового образования должны органично поддерживаться достижениями в прочих социальных сферах. Важное значение имеет универсальный дизайн жилищно-коммунальной и архитектурной среды. Не менее важное значение имеет обеспечение каждой личности конституционным правом на труд и поддержкой в профессиональной ориентации.

Помимо очевидной проблемы социализации лиц с ограничениями по здоровью и адаптации среды к их потребностям менее очевидной, но не менее значимой остаётся проблема инклюзии физически здоровых лиц и социальных групп. Остро стоит проблема сокращения в обществе возрастного, гендерного, имущественного, цифрового разрыва [19]. Проблема неравенства людей неожиданно уступает место неравенству человека и искусственного интеллекта. Неоднозначное отношение к автоматизации производства, развитию беспилотного транспорта вызвана антропологическими рисками, повышением уровня безработицы, ведущему к деградации и маргинализации как отдельных личностей, так и целых социальных групп.

В преодолении всех форм неравенства, в содействии экономической, социальной, технологической сплоченности сообщества адаптивная и инклюзивная эргономика предоставляет инструменты всестороннего развития человека, повышения его ответственности за сохранение общественных благ [20].

Инклюзивное мышление концентрируется на преодолении ситуаций полного обесценивания человека. Диагностируя проблему обесценивания человека в современном обществе, инклюзивное мышление помогает оценить риски углубления неравенства и обозначить перспективы его преодоления.

Литература

1. Демиденко Э.С., Дергачева Е.А. Смена эволюции жизни в условиях социально-техногенного развития земного мира // Век глобализации. – 2020. – № 1. – С. 71–82. – doi: 10.30884/vglob/2020.01.06
2. Дергачев К.В., Кузьменко А.А., Спасенников В.В. Анализ взаимосвязи объекта и парадигмы исследования в эргономике с использованием информационных технологий // Эргодизайн. – 2019. – №1. – С. 12-22 – doi: 10.30987/article_5c518d8bd8e3d8.46297271

3. Дергачева Е.А., Кузьменко А.А. Диалектика дизайна и эргодизайна в рационализации среды жизнедеятельности техногенного мира // Гуманитарий Юга России. – 2025. – Т. 14. – №. 2. – С. 131-144. doi: 10.18522/2227-8656.2025.2.10
4. Спасенников В.В. Кузьменко А.А., Киричек А.В. Эргономическая парадигма устойчивости биосферной жизни в контексте эволюции и синергии междисциплинарных исследований // Глобалистика-2023: сб. матер. Междунар. науч. конгресса Осенняя сессия. – М.: Межрегиональная общественная организация содействия изучению, пропаганде научного наследия Н.Д. Кондратьева, 2024. – С. 363-371. – doi: 10.46865/978-5-901640-41-8-2024-363-371.
5. Nonaka I., Takeuchi H. Humanizing strategy // Long Range Planning. – 2021. – Т. 54. – №. 4. – С. 102070. doi: 10.1016/j.lrp.2021.102070
6. Киселевский О.С. Инновационно активный менеджмент знаний // Наука и инновации. – 2025. – №6. – С. 26-33. doi: 10.29235/1818-9857-2025-6-26-33
7. Киселевский О.С. Динамическое моделирование процессов производства инновационного знания // Цифровая гуманитаристика и технологии в образовании (ДИТЕ 2025): сб. VI междунар. науч.-практ. конф. М.: Издательство ФГБОУ ВО МГППУ, 2025. С. 488-503.
8. Нейсон Б. О ключевых проблемах аутизма. Сенсорные аспекты аутизма // Аутизм и нарушения развития. – 2016. – Т. 14. – №. 3. – С. 42-48. doi: 10.17759/autdd.2016140304
9. Филиппова Н.В., Барыльник Ю.Б. Эпидемиология аутизма: современный взгляд на проблему // Социальная и клиническая психиатрия. – 2014. – Т. 24. – №. 3. – С. 96-101.
10. Кузнецов П.Г. Наука развития Жизни: сборник трудов. Том III. Правильное применение закона. – М.: Русское Космическое Общество, 2015. – 560 с.
11. Киселевский О.С., Косякова Е.В. Эмоциональный труд как фактор производственной функции Кобба-Дугласа // Фундаментальные и прикладные исследования в области управления, экономики и торговли: Сб. Всерос. науч.-практ. и уч.-метод. конф. – СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. – 2024. – С. 113-121.
12. Hochschild A.R. *The managed heart: commercialization of human feeling* / Berkeley: University of California Press, 1983. – 307 p.
13. Bourdieu P. *Ökonomisches Kapital, kulturelles Kapital, soziales Kapital*, Kreckel, Reinhard (Hrsg.): *Soziale Ungleichheiten. Soziale Welt*, Sonderheft 2. – 1983. – P.183-198
14. Gendron B. *Mindful management & capital émotionnel: L'humain au cœur d'une performance et d'une économie bienveillantes*. Bruxelles, Paris. De Boeck Supérieur. – 2015. – 130 p.
15. Gardner H. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. New York: Basic Books, 1983 – 529 p. – ISBN-13 978-0-465-02508-4
16. Sweller J. Cognitive load during problem solving: Effects on learning // Cognitive science. – 1988. – Т. 12. – №. 2. – С. 257-285. – doi: 10.1207/s15516709cog1202_4
17. Выготский Л.С. Мысление и речь. Психологические исследования. М.: Государственное социально-экономическое издательство, 1934. – 325 с.
18. Мельничук М.В., Калугина О.А. Эффективность обучения иностранному языку в вузе: компоненты эмоционального и интеллектуального // Филологические науки. Вопросы теории и практики. – 2021. – Т. 14. – №. 8. – С. 2627-2632. doi: 10.30853/phil210403
19. Князькова В.С. Гендерная составляющая цифрового разрыва в современном информационном обществе // Цифровая трансформация экономических систем: проблемы и перспективы (ЭКОПРОМ-2022): сб. VI Всерос. науч.-практ. конф. – СПб: ПОЛИТЕХ-ПРЕСС. – 2022. – С. 507-510. – doi: 10.18720/IEP/2021.4/155.
20. Спасенников В.В. Человеческие факторы в эргономических исследованиях: прошлое, настоящее, будущее (теоретический обзор) // Эргодизайн. – 2025. – №3 (29). – С. 373-397. – doi: 10.30987/2658-4026-2025-3-373-397.

DYNAMIC MODELING OF THE EDUCATIONAL TRAJECTORY OF PERSONS WITH SPECIAL NEEDS

Kiselevskiy O.S., Spasennikov V.V.

Belarusian-Russian University, Mogilev, Republic of Belarus;
Bryansk State Technical University, Bryansk, Russian Federation

The article discusses approaches to dynamic modeling of the educational trajectory in the context of professional development and retraining. A system of differential equations is proposed, describing the interaction of emotional, social, intellectual, and material factors in knowledge acquisition. Special attention is paid to the cognitive approach: analysis of sensory load, hyper- and hyposensitivity, and the role of cognitive

sciences in knowledge convergence. It is shown that information overload shifts even neurotypical individuals toward pathological thresholds, justifying the need for inclusive ergodesign of the educational environment. Phase portraits and bifurcation diagrams are used to analyze solution stability and identify parameter ranges ensuring stable learning.

Key words: educational trajectory; cognitive modeling; ergodesign; differential equations; bifurcation diagram; autism; inclusive education.