

УДК 378.016:37.013.2:37.015.4:378.147.31

АПРОБАЦИЯ ГИБРИДНОЙ МОДЕЛИ ОРГАНИЗАЦИИ ЭВРИСТИЧЕСКОГО ОБУЧЕНИЯ СТУДЕНТОВ ТЕХНИЧЕСКИХ СПЕЦИАЛЬНОСТЕЙ В КУРСЕ ФИЗИКИ

И. И. ТАШЛЫКОВА-БУШКЕВИЧ¹⁾

¹⁾Белорусский государственный университет информатики и радиоэлектроники,
ул. П. Бровки, 6, 220013, г. Минск, Беларусь

Аннотация. Обосновывается эффективность применения дидактической эвристики А. В. Хуторского в техническом учреждении высшего образования в рамках курса физики на базе образовательного проекта «Эвристика в физике». Разрабатывается гибридная модель организации эвристического обучения с двухуровневой структурой, в которой базовый уровень представлен учебным потоком, углубленный уровень – аналитико-рефлексивной и экспрессивно-коммуникативной группами. Проводится верификация модели с использованием комплекса интегральных метрик. Устанавливается, что психологическое разнообразие когнитивных стилей обеспечивает метаустойчивость среды за счет синергии сенсорных (структурных) и интуитивных (поисковых) компонентов. Доказывается отсутствие корреляции между показателями результативности и риском выгорания обучающихся, что свидетельствует о возможности достижения высокой эффективности без ресурсного истощения. Подтверждается гипотеза о том, что устойчивость эвристического образовательного процесса обусловлена не внешней регламентацией, а внутренней логикой саморазвивающейся среды («структурированная ризома»), формирующей субъектность участников. Выявленные закономерности открывают перспективы тиражирования практик эвристического обучения в условиях модернизации высшего образования.

Ключевые слова: дидактическая эвристика; метапредметность; ризоматическая среда; психологическое разнообразие обучающихся; социально-эмоциональные компетенции; гибридное моделирование; техническое высшее образование.

Благодарность. Автор выражает признательность председателю Белорусского физического общества академику С. Я. Килину и члену-корреспонденту НАН Беларуси Д. С. Могилевцеву за методическую поддержку проекта «Эвристика в физике», а также администрации БГУ за организацию программы повышения квалификации «Технологии эвристического обучения в высшей школе: методика обучения через открытие».

Образец цитирования:

Ташлыкова-Бушкевич ИИ. Апробация гибридной модели организации эвристического обучения студентов технических специальностей в курсе физики. *Университетский педагогический журнал*. 2026;1:30–40.
EDN: AZVTMQ

For citation:

Tashlykova-Bushkevich II. Approbation of a hybrid model for organisation of heuristic learning of technical students in a physics course. *University Pedagogical Journal*. 2026;1:30–40. Russian.
EDN: AZVTMQ

Автор:

Ия Игоревна Ташлыкова-Бушкевич – кандидат физико-математических наук, доцент; доцент кафедры физики факультета компьютерных систем и сетей.

Author:

Iya I. Tashlykova-Bushkevich, PhD (physics and mathematics), docent; associate professor at the department of physics, faculty of computer systems and networks.
iya.itb@bsuir.by
<https://orcid.org/0000-0002-3195-6465>

APPROBATION OF A HYBRID MODEL FOR ORGANISATION OF HEURISTIC LEARNING OF TECHNICAL STUDENTS IN A PHYSICS COURSE

I. I. TASHLYKOVA-BUSHKEVICH^a

^aBelarusian State University of Informatics and Radioelectronics,
6 P. Browki Street, Minsk 220013, Belarus

Abstract. The effectiveness of applying A. V. Khutorskoi's didactic heuristics in a technical university has been substantiated within a physics course framework, implemented through the educational project «Heuristics in physics». A hybrid model of heuristic learning organisation with a two-level structure was developed (basic level is study batch, and advanced level is analytical-reflexive and expressively-communicative groups). Model verification was conducted using a set of integrated metrics. It was established that psychological diversity of cognitive styles ensures meta-sustainability of the environment through the synergy of sensory (structural) and intuitive (search-oriented) components. The absence of a correlational relationship between performance indicators and student burnout risk has been demonstrated, showing that high effectiveness can be achieved without resource exhaustion. Results confirm the hypothesis that sustainability of the heuristic educational process is determined not by external regulation, but by the internal logic of a self-developing environment («structured rhizome») which fosters participants' subjectivity. The identified patterns open perspectives for scaling heuristic learning practices under higher education modernisation conditions.

Keywords: didactic heuristics; meta-subject competence; rhizomatic environment; psychological diversity of learners; socio-emotional competencies; hybrid pedagogical model; technical higher education.

Acknowledgements. The author gratefully acknowledges academician and chairman of the Belarusian Physical Society S. Ya. Kilin and corresponding member of the National Academy of Sciences of Belarus D. S. Mogilevtssev for methodological support of the «Heuristics in physics» project, and the Belarusian State University administration for organising the «Technologies of heuristic learning in higher education» advanced training programme.

Введение

Модернизация отечественного высшего образования обуславливает современные требования к педагогическим моделям организации учебного процесса. Теоретическую основу разработки таких моделей составляют труды классиков педагогики (Е. В. Бэксман, М. И. Махмутова, А. В. Хуторского, А. Д. Короля, В. Н. Соколова, Г. Л. Ильина и др.), обосновавших условия развития продуктивного и творческого мышления в обучении [1–4]. С позиции личностно ориентированного подхода фокус образовательного процесса на субъекте предполагает не только формирование дисциплинарных компетенций (*hard skills*), но и развитие гибких навыков (*soft skills*), эмоционального интеллекта и креативного мышления [1]. Однако, несмотря на многообразие прогрессивных концепций обучения [3], их практическая интеграция в среду учреждений высшего образования (УВО) зачастую носит поверхностный характер.

Подготовка конкурентоспособных специалистов требует внедрения диалоговых подходов и интегративных педагогических технологий, направленных на синтез фундаментальной подготовки и практико-ориентированных умений с учетом разнообразия когнитивных стилей обучающихся. Согласно теории дидактической эвристики А. В. Хуторского, ключевой задачей при переходе от традиционной монологичной модели трансляции знаний к систе-

мам продуктивной познавательной деятельности является обеспечение условий для конструирования обучающимися собственных образовательных продуктов [5]. Данный подход позволяет преодолеть противоречие между социальной трансляцией стандартов и потребностью личности в творческой самореализации, определяя актуальность разработки моделей организации эвристического обучения в университете.

Целью настоящей работы выступает выявление характеристик и закономерностей формирования эвристической образовательной среды в контексте естественно-научных дисциплин УВО при соблюдении требований традиционных образовательных стандартов. Гипотеза исследования заключается в том, что использование разработанной гибридной модели организации эвристического обучения, основанное на реализации дидактических условий (принцип первичности образовательного продукта [5] и стохастическая организация познавательного поиска [6]), а также применении эвристического полилога [7] как механизма взаимодействия субъектов, обеспечит формирование у студентов технических специальностей метапредметных способностей с сохранением высокого качества предметной подготовки [8] и исключением риска эмоционального выгорания.

Образовательный проект «Эвристика в физике» (далее – ЭвФ), реализованный в Белорусском физическом обществе в Белорусском государственном университете информатики и радиоэлектроники, выступил опытно-экспериментальной базой настоящего исследования. В рамках данной работы проект рассматривается не как вспомогательная инициатива, а как операционное ядро гибридной модели организации эвристического обучения и площадка для ее верификации. За восьмилетний период (2018–2025) участниками проекта стали 1080 студентов из общего контингента потоков (3127 человек). В 2022 г. команда проекта стала победителем конкурса Международного агентства по атомной энергии в категории «Восточная Европа и Азия». Педагогическая задача проекта решается с помощью авторской технологии организации лекционных занятий по физике [9], синтезирующей проблемно-эвристический подход и STEAM-подход (*science, technology, engineering, arts, mathematics approach*) с использованием цифровых коммуникаций в ходе аудиторной и внеаудиторной работы. Интеграция эвристической организации процесса и проблемного раскрытия содержания базируется на модели проблемно-эвристического обучения. Концепция этой модели, предложенная В. Н. Соколовым [6], дополняет эвристическую деятельность функциональными блоками, включающими проблемно-формирующий этап и этапы закрепления знаний (репродукция и трансляция). Применение совокупности данных элементов позволяет реализовывать STEAM-подход как систему, функционирующую через механизмы эвристического диалога и игры. Творческие работы обуча-

ющихся оцениваются в конкурсе голосованием студенческого сообщества и онлайн-аудитории [10], что при интеграции в учебный процесс повышает вовлеченность студентов и стимулирует рост успеваемости [8].

Для верификации гибридной модели организации эвристического обучения применен комплекс интегральных метрик, включающий показатель удовлетворенности, или лояльности (*net promoter score*, NPS), измеряемый по 10-балльной шкале, и показатель продуктивности (*key performance indicators*, KPI), измеряемый по 6-балльной шкале. Диагностика когнитивных предпочтений реализована посредством типологии Майерс – Бриггс (*Myers – Briggs type indicator*, MBTI). Учитывая ограничения инструментария [11], типология применялась для оценки распределения когнитивных предпочтений внутри учебного сообщества. Респонденты самостоятельно и добровольно проходили адаптированный опросник *NERIS Type Explorer*® [12], что обеспечило рефлексивный характер самоопределения. Эмпирические данные использовались для анализа психологического разнообразия в группе, что минимизировало погрешности типирования отдельных участников и перевело результаты из плоскости индивидуальной классификации в плоскость описания образовательной среды. Для предотвращения методологического риска результаты опроса не являлись единственным основанием для выводов. Они интерпретировались методом триангуляции с показателями NPS, KPI и качественными данными, полученными в ходе анкетных опросов, что соответствует принципу комплексного применения диагностических средств.

Материалы и методы исследования

Научно-педагогическое исследование в рамках курса физики проводилось на факультетах компьютерных систем и сетей (КСиС), информационной безопасности (ИБ) и радиотехники и электроники (далее – РЭ) Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники. Учебная программа дисциплины «Физика» рассчитана на два семестра: для инженерных специальностей (РЭ и ИБ) объем лекционной нагрузки составляет 120 ч (форма контроля знаний – экзамен); для направления информационных технологий (КСиС) – 50 ч (форма контроля знаний – зачет и экзамен). Реализация проекта «ЭвФ» основана на сезонном принципе (один семестр равен сезону), она осуществляется под руководством лектора. Эмпирическая база включает данные по восьми семестрам (сезоны 9–16), так как диагностика когнитивных предпочтений была начата в 2022 г. (см. таблицу). В структуру проекта входят два функциональных сообщества: аналитико-

рефлексивное сообщество (группа 1) и экспрессивно-коммуникативное сообщество (группа 2).

Возраст респондентов варьируется от 17 до 22 лет. В ходе проведения исследования были сформированы две выборки (см. таблицу): фокус-группы учебных потоков (689 студентов, доля которых составляла 48,62 % от количества всех студентов потока) и участники проекта (338 эвристов). Из числа эвристов 326 студентов (22,07 % генеральной совокупности студентов потока) участвовали в проекте во время освоения курса физики, остальные поддерживали связь с сообществами после завершения курса. Такая выборка учитывает устойчивость мотивации и непрерывность образовательного процесса. В структуре углубленной выборки в группу 1 вошли 114 человек, в группу 2 – 224 человека. Выборки фокус-групп учебных потоков и эвристов обеспечивают значение статистической мощности теста около 0,95 при уровне значимости $\alpha = 0,05$.

Распределение студентов учебных потоков и участников
проекта «ЭвФ» по сезонам 9–16 (2022–2025)
Student distribution of academic batches and participants
of the «Heuristics in Physics» project over seasons 9–16 (2022–2025)

Параметры	Сезон проекта «ЭвФ»								Всего
	9	10	11	12	13	14	15	16	
Год поступления студентов	2021		2022		2023		2024		–
Факультет	ИБ и КСиС		РЭ и КСиС		РЭ		РЭ		3
Семестр	2	3	2	3	2	3	2	3	8
Численность учебного потока, чел.	257	266	249	131	117	99	164	134	1417
Доля прошедших анкетирование студентов, %	50,19	31,95	73,09	38,16	44,44	41,41	41,46	61,19	48,62
Численность анкетированных студентов учебного потока, чел.	129	85	182	50	52	41	68	82	689
Число эвристов из учебного потока, чел.	72	61	45	32	38	34	18	26	326
Доля эвристов в учебном потоке, %	28,02	22,93	18,07	24,43	34,19	34,34	10,98	19,40	22,07
Доля эвристов в группе 1, %	34,72	29,51	24,44	25,0	30,0	32,35	61,11	57,69	33,59
Доля эвристов в группе 2, %	65,28	70,49	75,56	75,0	70,0	67,65	38,89	42,31	66,41
Общее число эвристов, чел.	73	66	47	34	40	34	18	26	338

Методология комплексной оценки гибридной модели организации эвристического обучения на базе образовательного проекта «ЭвФ» включала набор метрик, обеспечивающий верификацию изменений участников.

Оценка удовлетворенности и результативности. Лояльность измерялась индексом NPS (диапазон ± 100) среди эвристов (далее – NPS эвристов) и фокус-групп учебных потоков (далее – NPS потока). Дополнительно применялась интегральная оценка проекта по 10-балльной шкале (среднее арифметическое баллов). Продуктивность отслеживалась с помощью еженедельных показателей KPI, агрегированных в итоговые сезонные индексы.

Диагностика когнитивного профиля. Типология личности определяется на базе методики MBTI (адаптированный опросник *NERIS Type Explorer*® [12], платформа *16personalities.com*). В ходе исследования были проанализированы дихотомии S – N (восприятие), T – F (принятие решений), J – P (организация деятельности). Для определения соотношения типов личности был введен показатель креативного напряжения (КН), который представляет собой индикатор когнитивного баланса, предложенный П. Сенге и адаптированный к педагогическому контексту [13]. Величина данного показателя отражает соотношение сенсорных (S) и интуитивных (N) типов в вы-

борке ($KH = \frac{n(S)}{n(N)}$), позволяя прогнозировать уровень

структурной напряженности среды. Показатель индекса когнитивной структурированности (далее – ИС)

отражает долю участников с сенсорно-оценивающим типом (SJ) от общего количества сенсорики

($ИС = \frac{n(SJ)}{n(S)}$), уточняет распределение типов лич-

ности внутри дихотомии восприятия по шкале J – P. Значение ИС более 0,5 указывает на планирующий стиль работы, а значение менее 0,5 – на адаптивный.

Оценка личностных и эмоциональных характеристик. В качестве метрики субъектной результативности выступала 10-балльная самооценка степени достижения личных целей, фиксируемая участниками по завершении проектного сезона в рамках проведения итоговой авторефлексии. Опора на индивидуально сформулированные целевые установки и их рефлексивное оценивание респондентами (10 баллов соответствовали достижению цели участия в проекте) обеспечивали содержательную валидность измерения и учитывали субъектный опыт обучающихся. Социально-эмоциональные компетенции (СЭК) – стрессоустойчивость, разрешение конфликтов, доброжелательность – оценивались по 10-балльной шкале и представляли собой индикаторы зрелости группы как самоорганизующейся системы. Агрегированный показатель СЭК (АП СЭК) является средним арифметическим трех шкал и характеризует ресурсный потенциал и психологическую устойчивость участников исследования.

Статистические методы. Количественные данные анализировались методами регрессии (переход к полиномиальной модели для описания нелинейных зависимостей мотивации [14]) и критерием

хи-квадрат Пирсона ($\alpha = 0,05$; $\chi^2_{0,95}(15) = 25,0$). Минимальные размеры выборок, обеспечивающие статистическую мощность, большую или равную 0,80, имеют следующие показатели: общая выборка эвристов – 80 человек; группа 1 должна состоять из 71 человека; группа 2 должна включать 120 человек. Фактические объемы исследования значительно превышают пороги репрезентативности, что гарантирует высокую робастность выводов. Ожидаемая распространенность каждого из 16 типов личности при условии их равномерного распределения по типам составила около 6,25 % выборки, что в абсолютных значениях соответствует 21,1 человека для общей выборки. Распределение по типам в группах соответствует 7,1 человека для группы 1 и 14,0 человека в группе 2.

Результаты и их обсуждение

Организационная модель и профиль участников образовательной среды. По мнению А. В. Хуторского, эвристическое обучение обеспечивает продуктивную познавательную деятельность через смещение акцента с пассивного усвоения на активное созидание образовательного продукта [5]. Специфика образовательной среды гибридной модели организации обучения состоит в том, что в ее структуру входят два уровня: базовый уровень (учебный поток) и углубленный уровень (аналитико-рефлексивная (группа 1) и экспрессивно-коммуникативная (группа 2)). Деятельность группы 1 ориентирована на развитие навыков научно-исследовательского анализа, работа группы 2 направлена на формирование компетенций вербализации, визуализации и презентации результатов, она объединяет обучающихся, продвигающих личный научно-популярный контент и разработки группы 1 в социальных сетях (далее – соцсети).

На базовом уровне лекционный процесс строится на синтезе инвариантного компонента (учебно-методические материалы, включая авторский учебник) и вариативной дидактической продукции студентов-эвристов, которая сочетает гуманитарные и технико-технологические компоненты. На углубленном уровне реализуется ризоматический принцип [15], предполагающий отказ от вертикальной субординации (преподаватель – студент) в пользу горизонтальных коммуникаций. Участники взаимодействуют как партнеры, что исключает деление на контролирующих и контролируемых¹.

Организационная структура разработанного проекта объединяет группу 1 и группу 2 в один коллектив (рис. 1). В сезонах 9–16 доля эвристов варьировалась в пределах 10,98–34,34 % (см. таблицу), что подтверждает способность среды к самоорганизации. Проницаемые границы сообществ обеспечивают циклическую трансформацию результатов: научные выводы группы 1 служат основой образовательных нарративов

Организация процесса сбора данных. Анкетирование учебного потока проводилось анонимно и добровольно в конце лекционного курса в формате неанонсированного итогового среза, что минимизировало эффект социальной желательности. Сбор данных от эвристов не ограничивался диагностикой типа личности и осуществлялся в два этапа: в начале семестра проводилась только самодиагностика когнитивных предпочтений, а после завершения проектного сезона осуществлялась рефлексивная оценка сформированных компетенций, степени достижения личных целей и удовлетворенности проектом. Такой способ организации исследования повышает содержательную валидность оценки личностного приращения, позволяя зафиксировать ретроспективную оценку образовательного опыта.

группы 2, а собственные исследования группы 2 обогащают общую когнитивную среду. Обратная связь аудитории в соцсетях служит источником рефлексии для обеих групп. Подобная организация реализует принципы дидактической эвристики: взаимодействие анализа и синтеза, рефлексии и экспрессии [16]. Коллаборация двух групп формирует исследовательскую компетенцию – умение открывать знания и презентовать свои разработки общественности.



Рис. 1. «Структурированная ризома» и распределение предметных предпочтений участников проекта, %

Fig. 1. «Structural rhizome» and distribution of project participants' subject preferences, %

Структурная открытость среды обеспечивает высокую инклюзивность, привлекая студентов разных профилей без насильственного изменения ориентаций. Выбор участниками любимых предметов (см. рис. 1) подтверждает принцип оптимального разнообразия [17]: гетерогенность становится условием баланса между вниманием к деталям и системным

¹Хуторский А. В. Метапредметный подход в обучении : науч.-метод. пособие. М. : Эйдос, 2012. С. 23.

обобщением. Поэтому эффективность гибридной модели целесообразно рассматривать также через призму экологичности образовательной среды: метапредметный синтез² достигается не изменением индивидуальных предпочтений, а организацией процессов с учетом различий стилей и особенностей участников.

Внешняя и внутренняя оценка эффективности и саморегуляция сообщества. Анализ эффективности гибридной модели организации эвристического обучения показал высокую корреляцию (уравнение регрессии $y = 35,49x - 252,54$, $R^2 = 0,93$) на базовом уровне между индексом лояльности (NPS потока) и средней оценкой проекта, однако прямая пропорциональность отсутствует (рис. 2). Такой итог обусловлен внутренней дифференциацией восприятия: метрика NPS фиксирует полярные ответы, тогда как средняя оценка включает сегмент нейтральных ответов. Комплексный подход необходим для объективной диагностики: NPS применяется для мониторинга «активного ядра», интегральная оценка используется для контроля удовлетворенности потока. Высокий показатель среднего значения NPS потока (+54,73 %) подтверждает эффект трансляции достижений эвристов через лекционное пространство и соцсети, поддерживающий мотивацию к изучению даже у «пассивных» слушателей, что согласуется с теорией формирования способностей через рефлексию на основе чужих результатов⁵.

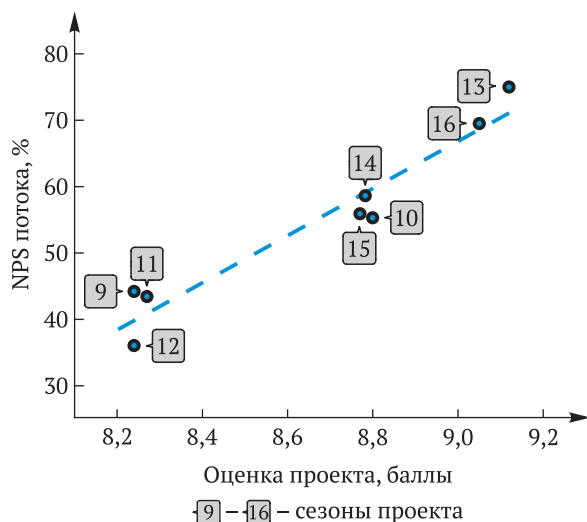


Рис. 2. Связь NPS потока со средней оценкой проекта

Fig. 2. Batch NPS dependence on average project rating

Отсутствие статистически значимой связи между NPS потока и KPI эвристов (уравнение регрессии $y = -15,49x + 137,70$, $R^2 = 0,11$) свидетельствует о разнородности факторов среды (рис. 3). Максимальная лояльность аудитории (NPS > +70 %) достигается при умеренном уровне KPI (5,1–5,3), превышение показателя (KPI > 5,5) снижает доступность результатов. Восприимчивость обучающихся учебного потока

к процессу преодоления затруднений эвристами выше, чем к безупречным показателям их результативности. Такое явление подтверждает значимость субъектного вовлечения всех участников и конструктивную роль допустимых ошибок в развитии способностей [16].

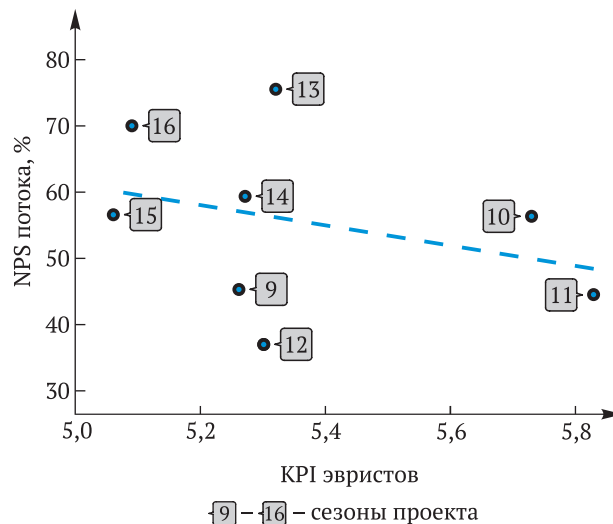


Рис. 3. График зависимости NPS потока от KPI эвристов

Fig. 3. Graph of the dependence of batch NPS on heurists' KPI

Для оценки субъектной вовлеченности эвристов применялся индекс NPS. Анализ его зависимости от уровня достижения личных целей выявил статистически значимую тенденцию, подтверждающую роль внутренней мотивации в процессе самореализации обучающихся (полиномиальная регрессия второго порядка $y = 11,11x^2 - 174,31x + 739,18$, $R^2 = 0,74$ (рис. 4)). Среднее значение индекса по выборке (+72,66 %) указывает на высокий потенциал образовательной среды для творческой самореализации. При попадании показателя достижения целей в диапазон 7,5–8,0 балла (зона «субоптимального баланса») наблюдается снижение NPS, коррелирующее с риском эмоционального выгорания и обусловленное когнитивным диссонансом между затраченными усилиями и субъективно воспринимаемым результатом. Преодоление показателем достижения целей порога в 8,5 балла повышает удовлетворенность и свидетельствует о переходе обучающегося на личностно-ориентированную траекторию. Успешность на данном этапе определяется сформированностью самоэффективности и соответствием сложности эвристических задач уровню компетенций участника [14; 16].

Корреляционно-регрессионный анализ NPS эвристов и NPS учебного потока выявил линейную зависимость, отличающуюся от прямой пропорциональности значимым свободным членом (уравнение регрессии $y = 0,63x + 38,15$, $R^2 = 0,91$ (см. рис. 4)).

²Хуторской А. В. Метапредметный подход в обучении... 73 с.

⁵Там же.

Свободный член (38,15) выступает показателем автономного компонента вовлеченности – устойчивого базиса мотивации эвристов (прогнозируемый уровень лояльности эвристов при нулевом значении NPS потока, сохраняющийся независимо от внешних организационно-педагогических условий). Именно такой устойчивый базис мотивации формируется механизмами межличностного взаимодействия и разделенной идентичностью образовательного сообщества, что свидетельствует о саморегуляции образовательной системы. Сохранение высоких показателей вовлеченности в условиях ротации контингента и варьирования сложности учебных материалов дополнительно подтверждает устойчивость саморегуляционных механизмов.

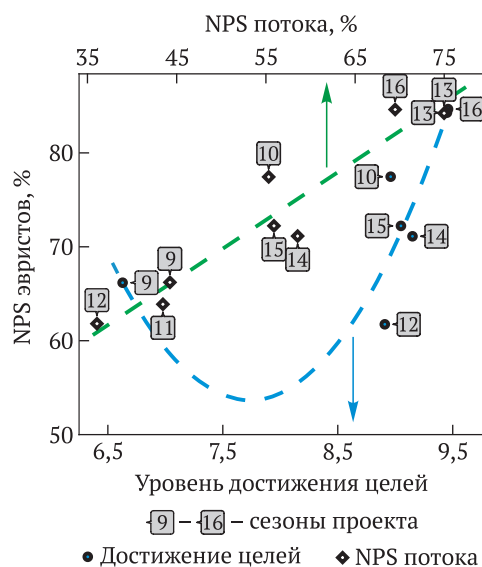


Рис. 4. График зависимости NPS эвристов от NPS потока и уровня достижения целей

Fig. 4. Graph of the dependence of heurists' NPS on batch NPS and level of goal achievement

Диагностика когнитивного профиля участников и метаустойчивость образовательной среды.

Учет типологической структуры команд и КН среды позволяет обеспечить долгосрочную эффективность деятельности. Анализ дихотомии восприятия выявил функциональную дифференциацию: сенсорные типы составили 61,24 % от общего количества, интуитивные – 38,76 % (рис. 5). Сенсоры обеспечивают структурную устойчивость и системность процесса, тогда как интуиты выступают «когнитивным маяком», стимулируя поиск альтернативных решений. Соотношение типов определило показатель КН среды (КН = 1,6), отражающий баланс психотипов, достаточный для развития без дефицита новаторства и обеспечивающий метаустойчивость среды. Сезонные колебания КН коррелируют со сменой факультетов, подтверждая функционирование проекта как открытой адаптивной системы.

Преобладание сенсорно-оценивающих типов личности (до 35 % ESTJ, ISTJ) совместно с интуитивными типами (до 17 % INTJ, ENFP) формирует среду, имею-

щую в основе операционализацию и сочетающую ее с ресурсами креативного поиска (рис. 6). Структура среды служит катализатором творчества [16], а не ограничителем активности. Внимания заслуживает доминирование носителей мыслительного типа Т (логики), доля которых составляет около 67 %. С учетом гендерной структуры данный показатель превышает расчетное значение выборки (приблизительно 53 %) на 14 %, что свидетельствует о влиянии иных факторов селективного набора на инженерные специальности.

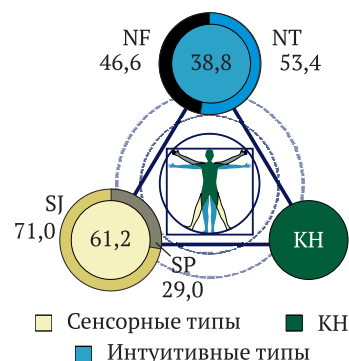


Рис. 5. Распределение сенсорных и интуитивных типов среди эвристов, %

Fig. 5. Distribution of sensing and intuitive types among heurists, %

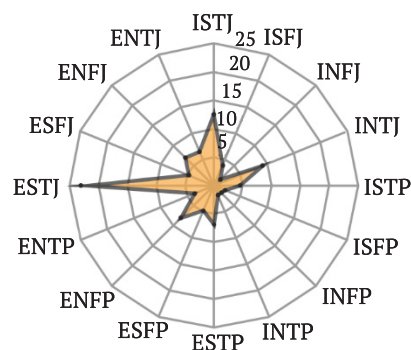


Рис. 6. Распределение всех психотипов среди эвристов, %

Fig. 6. Distribution of all psychological types among heurists, %

Анализ структуры командных взаимодействий выявил устойчивые закономерности распределения когнитивных предпочтений, отражающие эффективность гибридной организации обучения (рис. 7). Превалирование в группе 2 сенсорно-оценивающих типов личности (до 37,5 % против 30 % в группе 1) опровергает стереотип о преимуществе интуитивных типов в творческой деятельности. Выявленная гетерогенность подтверждает концепцию функциональной дифференциации образовательной среды. Подобная организация обеспечивает метапредметные компетенции в рамках единой саморегулирующейся эвристической деятельности, сочетая принципы стохастического управления процессами [6] с личностным приращением [5].

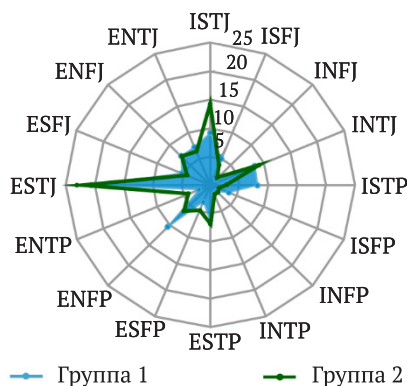


Рис. 7. Соотношение аналитико-рефлексивного (группа 1) и экспрессивно-коммуникативного (группа 2) сообществ, %

Fig. 7. Ratio of the analytical-reflexive (group 1) and expressive-communicative (group 2) society, %

Взаимосвязь СЭК участников и продуктивности образовательной среды. Анализ самооценок СЭК эвристов за сезоны 10–16 (рис. 8) показал высокие значения по параметрам стрессоустойчивости (8,2–9,0), разрешения конфликтов (7,8–8,7) и доброжелательности (8,1–9,5). Каждое из 21 агрегированного значения (по три шкалы на каждый из семи сезонов) представляет собой среднее арифметическое индивидуальных самооценок эвристов соответствующего сезона. Динамика параметров варьировалась следующим образом: пик доброжелательности пришелся на сезон 14 (NPS эвристов +71,10 %; NPS потока +58,54 %), минимум – на сезон 12, что коррелировало со снижением лояльности (NPS эвристов +61,76 %; NPS потока +36,0 %). Рост NPS эвристов в сезоне 16 (+84,60 %) при сохранении высокой стрессоустойчивости (8,19) подтверждает компенсирующий эффект мотивации. Высокий уровень СЭК свидетельствует о зрелости сообщества как самоорганизующейся системы.

Распределение СЭК подчиняется нормальному закону ($\mu = 8,58$; $\sigma = 0,48$; $R^2 = 0,70$): при пороге компетентности 8 баллов большинство значений лежат в целевой зоне (рис. 9). Следовательно, гауссова модель может быть использована для прогнозирования уровня компетенций. Корреляционный анализ выявил слабую отрицательную связь ($r = -0,12$) между КРП и АП СЭК, свидетельствующую об отсутствии компромисса между эффективностью и эмоциональным благополучием обучающихся. В целевой зоне (КРП > 5,0; АП СЭК > 8,0) система демонстрирует стабильность (среднее значение КРП составляет $5,36 \pm 0,23$; среднее значение АП СЭК равно 8,63), что подтверждает гипотезу о человекообразно-

сти среды⁴: результативность обеспечивается не ценой истощения, а комплексной поддержкой психологического состояния субъектов процесса (рис. 10).

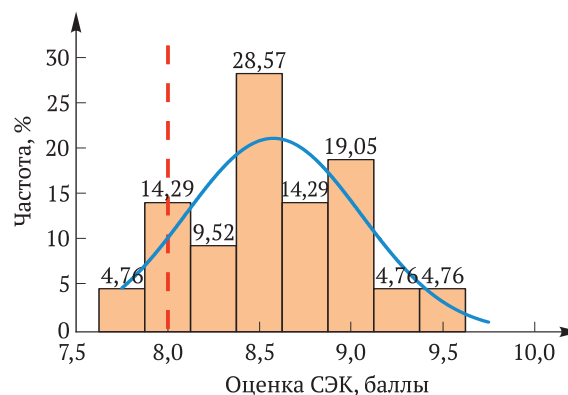
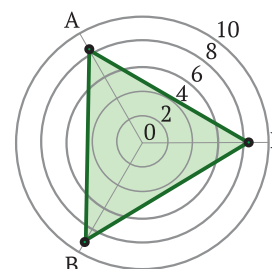


Рис. 8. Самооценка профиля СЭК

Fig. 8. Self-assessment of socio-emotional competences profile



А – разрешение конфликтов
Б – стрессоустойчивость
В – доброжелательность

Рис. 9. Распределение оценок СЭК

Fig. 9. Socio-emotional competences grades distribution

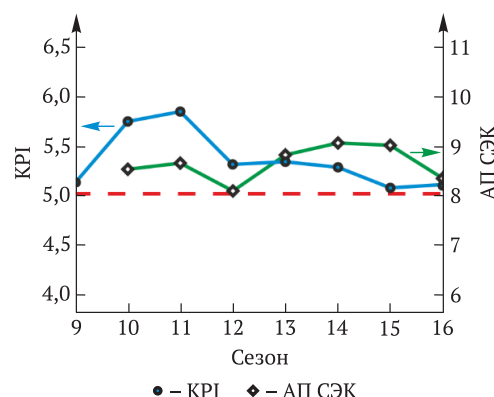


Рис. 10. График продуктивности КРП с включением АП СЭК

Fig. 10. KPI productivity graph with inclusion of the socio-emotional competences' aggregated index

⁴Хуторской А. В. Метапредметный подход в обучении... 73 с.

Влияние когнитивной структурированности на эффективность образовательной среды. Анализ динамических показателей подтверждает превышение показателем NPS эвристов показателя NPS потока ($\Delta NPS > 0$), что свидетельствует о формировании внутренней мотивации участников. Взаимосвязь ИС и лояльности имеет нелинейный характер: максимум эффективности достигается при умеренном уровне ИС (около 60 %), тогда как чрезмерная структуризация (более 80 %) может снижать воспринимаемую ценность деятельности (рис. 11).

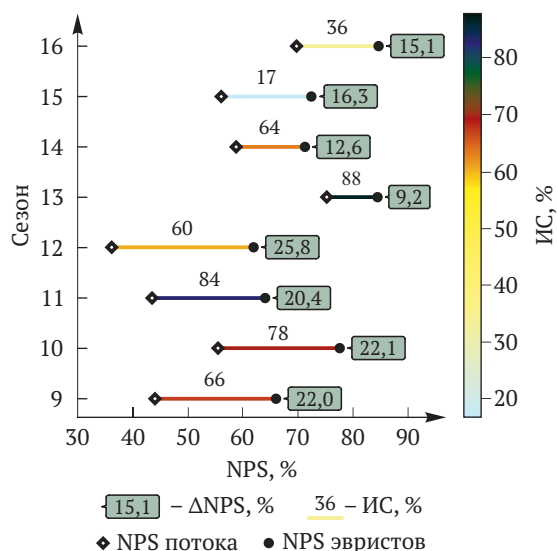


Рис. 11. Распределение NPS потока и NPS эвристов

Fig. 11. Distribution of batch NPS and heuristics' NPS

Этот результат подтверждает гипотезу об оптимальной структуре среды: избыточная регламентация подавляет креативность, в то время как умеренная организация обеспечивает баланс между дисциплиной и свободой творчества [16]. Следовательно, ИС целесообразно рассматривать как маркер педагогического оптимума для прогнозирования результативности эвристической деятельности. Высокие показатели NPS эвристов при вариативных значениях ИС свидетельствуют о воспроизводимости эффективности образовательной среды. Лояльность интерпретируется как ответственность за создание образовательного продукта в условиях когнитивного вызова, подтверждая тезис: качество среды определяется способностью трансформировать когнитивное разнообразие в творческий результат.

Статистический анализ выявил значимую позитивную связь KPI с уровнем ИС: преобладание планирующих стратегий (типы SJ) способствует целеориентированности процессов. Наличие четких критериев формирует среду для осознания зон ответственности, соответствующую принципам дидактической эвристики [5; 16]. Диапазон оптимальных параметров следующий: поддержание ИС в пределах 60–80 % обе-

спечивает максимум эффективности при сохранении субъектности студентов (рис. 12). Уравнение регрессии ($y = 0,85 \cdot 10^{-2}x + 4,83$, $R^2 = 0,56$) демонстрирует рост продуктивности по мере повышения структуризации до определенного порога. Достижение показателем ИС уровня, превышающего 80 %, несет риски формализации деятельности. Относительно низкий коэффициент детерминации указывает на влияние сопутствующих факторов (сложность контента, групповая динамика), что требует расширения выборки для увеличения статистической мощности. Полученные выводы дополняют теоретические положения о метаустойчивости среды, заложенные в концепцию структурированной ризоматической организации обучения.

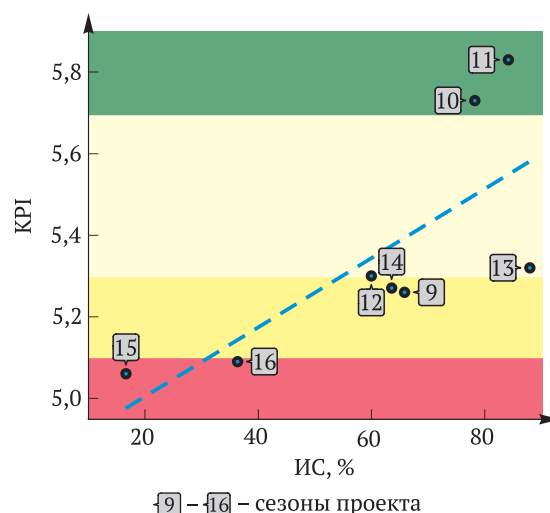


Рис. 12. График зависимости KPI от ИС

Fig. 12. Graph of the dependence of KPI on structure index

Механизмы обеспечения метаустойчивости образовательной среды. Эффективность гибридной модели организации эвристического обучения обеспечивается не внешней регламентацией, а системой взаимодополняющих подуровней, функционирующих как метаустойчивая самоорганизующаяся структура. Базовый уровень обеспечивает массовость охвата, а углубленный – устойчивость личного образовательного продукта и субъектность участников при динамической ротации. Применение принципов синтеза в лекционном процессе позволяет использовать ресурсы «созидателей» (эвристов) для обогащения среды учебного потока. Метастабильная устойчивость образовательной среды достигается с помощью трех ключевых механизмов эвристически организованной деятельности.

1. Интеграция когнитивных стилей. Эвристическая образовательная среда функционирует как «структурированная ризома» [15] без жесткой вертикальной иерархии. Роль педагога (лектора) заключается

в регулировании границ между сообществами [16]. Доминирование сенсорных типов, выявленное ранее, формирует организационный каркас и обеспечивает операционализацию задач, тогда как интуитивные типы генерируют идеи. Такое соотношение соответствует принципу оптимального разнообразия [17] на среднем уровне КН среды, что исключает хаос и формализацию. Участники функциональных сообществ выступают соавторами единой образовательной среды, выполняя взаимодополняющие функции. Группа 1 обеспечивает стабильность через закрепление знаний (репродукция и трансляция [6]). Группа 2 выступает активным генератором смыслов, реализуя принцип приоритета личного образовательного продукта [5]. Синергия структурно-аналитической базы и творческой деятельности создает условия для конвертации интеллектуального поиска в конкретные образовательные продукты.

2. Оптимизация результатов с учетом профиля участников. Высокие показатели АП СЭК подтверждают сильную корреляцию психологического климата и результативности. Отсутствие прямой зависимости между показателем КРІ и риском выгорания свидетельствует о реализации принципа человекообразности среды⁵. Лояльность выступает интегральным индикатором вовлеченности в творческую деятельность. Актуализация внутренней мотивации

делает учебные действия целенаправленными и сознательно конструируемыми.

3. Обратная связь в образовательном процессе. Соцсети используются как канал цифровой обратной связи и продвижения контента. Интеграция продуктов эвристиков в лекционный материал усиливает лояльность потока, подтверждая действие механизма социальной легитимации знаний. Оперирование этим механизмом позволяет поддерживать динамическое равновесие системы без перегрузки субъектов процессом.

Образовательный проект «ЭвФ» служит практической основой гибридной модели, соединяя нормативную компоненту образования с эвристическими практиками создания личностных продуктов [5]. Функционируя как «структурированная ризома», он предоставляет инструменты для управления когнитивным разнообразием участников, верифицируя принципы метаустойчивости в техническом УВО.

Таким образом, апробированная гибридная модель организации не стремится к усреднению когнитивных стилей, а использует их разноплановость как ресурс развития способностей. Дальнейшие исследования целесообразно направить на масштабирование модели, проверку ее применимости в других учебных заведениях и анализ влияния долгосрочной стабильности среды на карьерное развитие выпускников.

Заключение

В ходе настоящего исследования была разработана и экспериментально апробирована гибридная модель организации эвристического обучения студентов технических специальностей в ходе преподавания курса физики, обеспечивающая переход от фрагментарных эвристических приемов к системной эвристической образовательной деятельности. Научная новизна исследования заключается в синтезе концепций дидактической эвристики А. В. Хуторского [5], проблемно-эвристического обучения В. Н. Соколова [6] и STEAM-подхода в аудиторной и внеаудиторной работе. Были сформулированы дидактические условия реализации данной модели. Ее эффективность подтверждается экспериментально: при применении модели метапредметные способности студентов повышаются без снижения качества предметной подготовки и появления риска эмоционального выгорания обучающихся.

При проведении исследования было установлено, что устойчивость результатов эвристической деятельности при создании студентами образовательных продуктов обеспечивается внутренней логикой саморазвивающейся образовательной среды («структурированная ризома»), сочетающей децентрализацию коммуникаций с управляемыми границами.

Стратегия базируется на принципе оптимального разнообразия: стохастические отклонения траекторий обучающихся трансформируются в ресурс творчества. Экспериментальная апробация, проведенная в 2022–2025 гг., подтвердила метаустойчивость системы и эмоциональную устойчивость участников. Проект «ЭвФ» выступает операционным ядром гибридной модели, классифицируемым как инженерно-ориентированный педагогический кластер. Когнитивное разнообразие было использовано для генерации личных образовательных продуктов. Показатели КН, структурированности среды и лояльности свидетельствуют о готовности обучающихся к когнитивному риску. Результаты регрессионного анализа позволяют прогнозировать динамику мотивации и оценки рисков отсева («зона субоптимального баланса»), что создает основу для управления качеством процесса в последующих сезонах.

Практическая значимость исследования заключается в возможности тиражирования гибридной модели организации эвристического обучения в УВО. Модель предусматривает внедрение системы управления качеством процесса через мониторинг интегральных показателей с учетом когнитивных

⁵Хуторской А. В. Метапредметный подход в обучении... 73 с.

профилей обучающихся. Результативность модели определяется балансом усвоения образовательных стандартов и реализацией индивидуальных образовательных траекторий за счет междисциплинарного взаимодействия и формирования метапредметных компетенций в творческой деятельности.

Библиографические ссылки

1. Corrêa R, Mourão L. Creativity In higher education: a systematic literature review creativity in higher education. *International Journal of Educational Research*. 2025;132:102613. DOI: 10.1016/j.ijer.2025.102613.
2. Король АД. Молчание в диалоге как проблема философии образования. *Вопросы философии*. 2019;4:6–11.
3. Андрюхина ЛМ. Педагогические условия и технологии развития креативного потенциала студентов в высшей школе. *Современные проблемы науки и образования*. 2021;6:26–41. DOI: 10.17513/spno.31253.
4. Хуторской АВ. *Эвристическое обучение: теория, методология, практика*. Москва: Международная педагогическая академия; 1998. 266 с.
5. Хуторской АВ. *Дидактическая эвристика: теория и технология креативного обучения*. Москва: Московский педагогический университет; 2003. 416 с.
6. Соколов ВН. *Методологические и теоретические основы педагогической эвристики* [диссертация]. Оренбург: Оренбургский государственный университет; 1999. 180 с.
7. Король АД, Таяновская ИВ. Развитие учебно-коммуникативной текстообразующей компетенции школьников посредством использования элементов дистанционного обучения. *Университетский педагогический журнал*. 2025;2:44–53.
8. Ташлыкова-Бушкевич ИИ, Турло АВ, Дедина АВ, Столяр ИА, Ничипорчик ПА. Эвристические возможности в образовательном процессе: опыт проекта «Эвристика в физике» при обучении физике студентов технических специальностей. *Университетский педагогический журнал*. 2022;1:32–42.
9. Ташлыкова-Бушкевич ИИ. Апробация авторской технологии организации лекционных занятий со студентами по физике с элементами эвристического обучения. *Высшая школа*. 2019;1:40–45.
10. Ташлыкова-Бушкевич ИИ, Дедина АВ. Профессионально-личностное развитие студентов технического университета при обучении физике с использованием проблемно-эвристического подхода в лекционном курсе. *Университетский педагогический журнал*. 2021;1:11–21.
11. Pittenger DJ. The utility of the Myers – Briggs type indicator. *Review of Educational Research*. 1993;63(4):467–488. DOI: 10.3102/00346543063004467.
12. Makwana K, Dave GB. Confirmatory factor analysis of NERIS Type Explorer® scale – a tool for personality assessment. *International Journal of Management*. 2020;11(9):257–265. DOI: 10.34218/IJM.11.9.2020.025.
13. Сенге ПП. *Пятая дисциплина. Искусство и практика обучающейся организации*. Москва: Олимп-бизнес; 2003. 408 с.
14. Zyphur MJ, Zammuto RF, Zhang Z. Multilevel latent polynomial regression for modeling (in) congruence across organizational groups: The case of organizational culture research. *Organizational Research Methods*. 2016;19(1):53–79. DOI: 10.1177/1094428115588570.
15. Володин АЮ. Цифровые гуманитарные проекты: проекторы, модули, ризомы и прогноз. В: Арефьев АЕ, Базарова ТА, Баранова ЕВ, Бонч-Осмоловская АА, Брюханова ЕА, Валетов ТЯ и др. *Парад цифровых гуманитарных проектов*. Володин АЮ, редактор. Красноярск: Сибирский федеральный университет; 2025. с. 6–33.
16. Хуторской АВ. Дидактическая эвристика: основы и методы проектирования содержания образования. *Современное образование*. 2012;5:1–15.
17. Леонова АБ, Каширин ВИ. Социально-психологическая адаптация и эффективность коммуникации в рабочих группах с различной степенью типологической однородности. *Вестник Ленинградского государственного университета имени А. С. Пушкина. Психология*. 2014;2(3):67–78.

Статья поступила в редколлегию 27.03.2026.
Received by editorial board 27.03.2026.