

Научно-исследовательский центр «Иннова»



НАУЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО: РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОТКРЫТИЙ

Сборник научных трудов по материалам
XXI Международной научно-практической конференции,
18 сентября 2026 года, г.-к. Анапа

Анапа
2026

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89

ББК 94.3 + 72.4: 72.5

НЗ4

Научный редактор:
Скорикова Екатерина Николаевна**Редакционная коллегия:**

Бондаренко С. В., к.э.н., профессор (Россия, г. Краснодар), **Дегтярев Г. В.**, д.т.н., профессор (Россия, г. Краснодар), **Хилько Н. А.**, д.э.н., доцент (Россия, г. Анапа), **Ожерельева Н. Р.**, к.э.н., доцент (Россия, г. Анапа), **Жиянова Н. Э.**, к.э.н., профессор (Узбекистан, г. Ташкент), **Климов С. В.** к.п.н., доцент (Россия, г. Пермь), **Михайлов В. И.** к.ю.н., доцент (Россия, г. Москва).

НЗ4 Научное пространство: результаты исследований и открытий. Сборник научных трудов по материалам XXI Международной научно-практической конференции (г.-к. Анапа, 18 сентября 2026 г.). – Анапа: НИЦ ЭСП в ЮФО, 2026. – 59 с.

В настоящем издании представлены материалы XXI Международной научно-практической конференции «Научное пространство: результаты исследований и открытий», состоявшейся 18 сентября 2026 года в г.-к. Анапа. Материалы конференции посвящены актуальным проблемам науки, общества и образования. Рассматриваются теоретические и методологические вопросы в социальных, гуманитарных и естественных науках.

Издание предназначено для научных работников, преподавателей, аспирантов, всех, кто интересуется достижениями современной науки.

За содержание и достоверность статей, а также за соблюдение законов об интеллектуальной собственности ответственность несут авторы. Мнение редакции может не совпадать с мнением авторов статей. При использовании и заимствовании материалов ссылка на издание обязательна.

Информация об опубликованных статьях размещена на платформе научной электронной библиотеки (eLIBRARY.ru). Договор № 2341-12/2017К от 27.12.2017 г.

Электронная версия сборника находится в свободном доступе на сайте:
www.innova-science.ru.

УДК 00(082) + 001.18 + 001.89
ББК 94.3 + 72.4: 72.5

© Коллектив авторов, 2026.

© ООО «НИЦ ЭСП» в ЮФО

(подразделение НИЦ «Иннова»), 2026.

ISBN 978-5-97873-108-8

СОДЕРЖАНИЕ

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

СИНДРОМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПИТАНИЯ

(REFEEDING SYNDROME) У ЖЕНЩИН С НЕРВНОЙ АНОРЕКСИЕЙ

Давиденко Кристина Александровна

Зирка Мария Дмитриевна 5

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ФАСАДНАЯ АУТЕНТИЧНОСТЬ В ЦИФРОВОМ НАРРАТИВЕ:

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В КОНТЕКСТЕ КРИЗИСА

СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Овчаров Иван Владимирович..... 13

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ С ЧПУ

Руднева Вероника Владимировна

Кинзябулатов Радик Ханифович 24

ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ

ВЫСОКОЧАСТОТНОГО LLC-РЕЗОНАНСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ

Сергеичев Георгий Филиппович..... 31

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

ОСОБЕННОСТИ ЦИТОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ

СЕМИНОМЫ У СОБАКИ НА ПРИМЕРЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Семенкович Олеся Васильевна 41

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ

ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТЧИСЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Тимофеева Анна Михайловна 47

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ МОДЕЛИ DISC В

НАСТАВНИЧЕСТВЕ МОЛОДЫХ ПЕДАГОГОВ

<i>Четина Вероника Васильевна</i>	<i>53</i>
---	-----------

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

УДК 61

СИНДРОМ ВОССТАНОВЛЕНИЯ ПИТАНИЯ (REFEEDING SYNDROME) У ЖЕНЩИН С НЕРВНОЙ АНОРЕКСИЕЙ

Давиденко Кристина Александровна

Зирка Мария Дмитриевна

студенты

Научный руководитель: Лущик Марина Валерьевна,

к.б.н., доцент кафедры Патологической физиологии

ВГМУ им. Н. Н. Бурденко,

город Воронеж

***Аннотация.** В работе рассматривается синдром восстановления питания (refeeding syndrome, RFS) у женщин с нервной анорексией. Представлены данные об эпидемиологии, этиологии и патогенезе, клинической картине, диагностике, профилактике и лечении RFS. Подчёркнута роль длительной пищевой депривации, резкого возобновления питания, инсулинового всплеска и внутриклеточного перемещения фосфатов, калия и магния, а также дефицита тиамина. Особое внимание уделено пациентам с ИМТ менее 16 кг/м², потерей массы тела более 15% за 3–6 месяцев и высоким риском жизнеугрожающих осложнений. Приведён клинический случай пациентки 19 лет с тяжёлой нервной анорексией (ИМТ 11,6 кг/м²), у которой на фоне рефидинга развился тяжёлый RFS с гипофосфатемией, судорогами, угнетением сознания и дыхательными нарушениями. Показана необходимость постепенного увеличения калорийности, коррекции электролитов и витаминов, динамического мониторинга и междисциплинарного подхода.*

***Abstract.** The paper reviews refeeding syndrome (RFS) in women with anorexia*

nervosa. It covers epidemiology, etiology, pathogenesis, clinical manifestations, diagnosis, prevention, and treatment of RFS. The role of prolonged starvation, rapid refeeding, insulin surge, intracellular shift of phosphate, potassium, and magnesium, and thiamine deficiency is emphasized. Special attention is given to patients with BMI below 16 kg/m², weight loss exceeding 15% over 3–6 months, and a high risk of life-threatening complications. A clinical case of a 19-year-old female patient with severe anorexia nervosa (BMI 11.6 kg/m²) is presented, in whom refeeding led to severe RFS with hypophosphatemia, seizures, impaired consciousness, and respiratory failure. The necessity of gradual caloric advancement, electrolyte and vitamin replacement, dynamic monitoring, and an interdisciplinary approach is demonstrated.

Ключевые слова: нервная анорексия; синдром восстановления питания; рефидинг-синдром; гипофосфатемия; гипокалиемия; гипомагниемия; дефицит тиамина; расстройства пищевого поведения; электролитные нарушения; нутритивная реабилитация; профилактика; интенсивная терапия

Keywords: anorexia nervosa; refeeding syndrome; hypophosphatemia; hypokalemia; hypomagnesemia; thiamine deficiency; eating disorders; electrolyte disturbances; nutritional rehabilitation; prevention; intensive care

Нервная анорексия (АН) относится к группе психиатрических расстройств пищевого поведения, характеризующихся сознательным ограничением питания, страхом набора веса, нарушениями пищевого поведения и выраженными психическими расстройствами [1, 2]. Это заболевание преимущественно поражает женщин, особенно в подростковом и молодом возрасте, и отличается высоким риском осложнений, включая сердечно-сосудистую недостаточность, эндокринные расстройства и метаболические нарушения [3].

Одним из наиболее опасных и часто недооцененных осложнений при восстановлении питания у пациентов с тяжелой анорексией является синдром восстановления питания (refeeding syndrome, RFS). RFS представляет собой комплекс потенциально жизнеугрожающих метаболических и электролитных нарушений, возникающих на фоне резкого возобновления калорийного питания у пациентов с длительной недоедаемостью [7, 11]. Несмотря на значительный

прогресс в понимании патогенеза RFS, клиническая практика показывает, что он до сих пор остается одной из ведущих причин осложнений и смертности у пациентов с тяжелой АН при госпитализации [10].

Нервная анорексия встречается у 0,3–1,0% женщин репродуктивного возраста, при этом риск тяжелых форм заболевания повышен у пациентов с длительным ограничением питания и низкой массой тела [2, 5]. По данным ряда клинических исследований, у женщин с ИМТ ниже 16 кг/м² риск развития RFS при резком восстановлении питания достигает 30–50% [7, 12]. Синдром чаще наблюдается у госпитализированных пациентов с длительным анамнезом заболевания и выраженной кахексией, что делает своевременную диагностику и профилактику критически важными [8, 10].

Патогенез RFS связан с метаболическими изменениями, вызванными длительной калорийной депривацией. При хроническом недоедании организм переходит на катаболизм, расходуя собственные жировые и белковые запасы, при этом внутриклеточные запасы фосфата, калия, магния и тиамин истощаются [7, 12].

При внезапном введении углеводов и увеличении калорийности запускается анаболический метаболизм, сопровождающийся инсулиновым всплеском. Это приводит к:

1. Быстрому перемещению фосфатов в клетки для синтеза АТФ, что вызывает гипофосфатемию.
2. Снижения концентрации калия и магния в плазме крови из-за их внутриклеточного транспорта.
3. Усиленной потребности в витамине В1 (тиамине), необходимом для углеводного обмена.

Эти изменения вызывают разнообразные клинические проявления, включая сердечно-сосудистую недостаточность, дыхательную дисфункцию, аритмии, судороги и острые неврологические нарушения [7, 13].

Синдром восстановления питания характеризуется многообразием симптомов, которые могут развиваться через 24–72 часа после начала активного питания

[7, 9, 12]:

- общая слабость, утомляемость, головокружение, обмороки;
- сердечно-сосудистые проявления: тахикардия, гипотензия, аритмии, отеки;
- неврологические нарушения: парестезии, мышечная слабость, спутанность сознания;
- метаболические нарушения: гипофосфатемия, гипокалиемия, гипомagnesемия, гиповитаминоз B1;
- особое внимание следует уделять пациентам с крайне низким ИМТ ($<16 \text{ кг/м}^2$), длительной депривацией питания (>1 месяца) и хроническими рвотными или слабительными привычками [8, 10].

Диагностика RFS основывается на клинической оценке риска и лабораторных данных. Основные критерии риска включают [7, 8]:

1. ИМТ $<16 \text{ кг/м}^2$.
2. Массовая потеря веса $>15\%$ за 3–6 месяцев.
3. Недавнее возобновление питания после длительного голодания.

Лабораторные показатели, указывающие на развивающийся синдром: низкий уровень фосфатов ($<0,8 \text{ ммоль/л}$), калия ($<3,5 \text{ ммоль/л}$), магния ($<0,7 \text{ ммоль/л}$) и тиамин. Важным аспектом является динамическое наблюдение за электролитами и кардиореспираторной функцией в первые 5–7 дней рефидинга [7, 9, 12].

Профилактика RFS включает три ключевых направления:

1. Постепенное восстановление калорийности: начальные дозы 5–10 ккал/кг/сут, с постепенным увеличением каждые 2–3 дня.
2. Коррекция электролитных и витаминных дефицитов: предварительное и параллельное введение калия, магния, фосфатов и тиамин.
3. Мониторинг состояния: ежедневная оценка электролитов, контроль массы тела, артериального давления, ЧСС, а также признаков сердечно-сосудистых и неврологических осложнений [7, 12, 13].

Лечение

Лечение RFS заключается в:

- медикаментозной коррекции электролитов и витаминов;
- постепенном увеличении калорийности и углеводов;
- контроле жидкости и баланса электролитов, избегании перегрузки;
- поддержке сердечно-сосудистой системы при необходимости (мониторинг ЭКГ, контроль давления).

Комплексный подход позволяет избежать серьезных осложнений и ускоряет восстановление веса и функционального состояния пациента [7, 10, 13].

Нами был рассмотрен клинический случай. Пациентка 19 лет доставлена бригадой скорой помощи в отделение реанимации в бессознательном состоянии. Из анамнеза (со слов родителей) известно, что нервная анорексия диагностирована 4 года назад, за последние 3 месяца масса тела снизилась с 42 до 32 кг при росте 166 см (ИМТ 11,6 кг/м²). В течение последней недели пациентка практически полностью отказалась от пищи и жидкости, отмечались повторные эпизоды рвоты. На дому возникли генерализованные судороги, после которых сознание не восстановилось.

При поступлении: кома I степени (GCS 9 баллов), артериальное давление 80/50 мм рт. ст., частота сердечных сокращений 130 уд/мин, дыхание поверхностное, частота 28 в мин. Кожные покровы бледные, холодные, тургор резко снижен. Лабораторно: глюкоза плазмы 2,1 ммоль/л (выраженная гипогликемия), фосфор 0,45 ммоль/л, калий 2,8 ммоль/л, магний 0,50 ммоль/л, тиамин (В1) практически не определяется. Отмечалась печеночная недостаточность (АЛТ 180 Ед/л, АСТ 210 Ед/л) и повышение креатинина до 140 мкмоль/л (признаки прerenальной азотемии). На ЭКГ — удлинение интервала QT, желудочковая экстрасистолия.

Начата инфузионная терапия с коррекцией глюкозы, электролитов и внутривенным введением тиамина в нагрузочной дозе 300 мг/сут. Калорийное питание решено вводить энтерально в минимальном объеме — 5 ккал/кг/сут (около 160 ккал/сут) с титрованием через 48 часов. Однако на 2-е сутки, после

увеличения доли углеводов в смеси, у пациентки развилась острейшая гипофосфатемия (фосфор 0,28 ммоль/л), усугубилась энцефалопатия: GCS снизился до 7 баллов, появились стволовые рефлексы угнетения, дыхательные нарушения потребовали перевода на ИВЛ. Данная картина расценена как тяжелый RFS с поражением ЦНС (гипофосфатемическая энцефалопатия на фоне дефицита тиамина).

Тактика скорректирована:

Временная остановка увеличения калорийности, возврат к 5 ккал/кг/сут.

Внутривенное введение фосфатов до достижения уровня $>0,6$ ммоль/л, дозы калия и магния удвоены.

Тиамин увеличен до 500 мг/сут внутривенно в течение 3 дней, затем переход на поддерживающую дозу 100 мг/сут.

Ежечасный мониторинг глюкозы, электролитов, газов крови и ЭКГ.

Проведена противосудорожная терапия (леветирацетам).

На 4-е сутки уровень фосфора повысился до 0,65 ммоль/л, калия – до 3,6 ммоль/л, магния – до 0,62 ммоль/л. Сознание постепенно восстановилось до уровня оглушения, на 6-е сутки пациентка экстубирована, контакту доступна, дезориентация редуцирована. Калорийность медленно (по 2–3 ккал/кг в день) доведена до 20 ккал/кг/сут к 12-му дню госпитализации. На момент перевода в психиатрическое отделение (18-е сутки) ИМТ достиг 12,8 кг/м², электролиты стабильны, неврологический статус без очаговой симптоматики.

Данный случай подчеркивает, что у пациентов с крайне низким ИМТ и длительной депривацией питания синдром восстановления питания может манифестировать с жизнеугрожающих церебральных нарушений, даже при стартовой калорийности ниже рекомендованных 10 ккал/кг/сут. Раннее распознавание, агрессивная заместительная терапия фосфатами и тиамином, а также строгий мониторинг позволяют купировать осложнения и предотвратить летальный исход [7, 13].

Выводы.

Синдром восстановления питания у пациентов с тяжелой нервной анорексией требует комплексного междисциплинарного подхода. Ключевым аспектом

является раннее выявление группы риска и постепенное восстановление питания. Несмотря на наличие клинических рекомендаций, частота осложнений остается высокой, что объясняется недостаточным мониторингом и попытками ускоренного рефидинга [7, 12, 13].

Международные исследования подтверждают, что постепенная рефидация с параллельной коррекцией электролитов и витаминов снижает риск осложнений и смертности. Кроме того, важным элементом является психотерапевтическая

Список литературы

1. Расстройства пищевого поведения / Роспотребнадзор: [сайт]. – URL: Роспотребнадзор.
2. Нервная анорексия: клинические рекомендации / Национальный медицинский исследовательский центр психиатрии и неврологии им. В. М. Бехтерева. – СПб., 2012. – URL: НМИЦ им. Бехтерева.
3. Анорексия: методические материалы. – URL: Анорексия.
4. Руководство по психиатрии: расстройства пищевого поведения / Психиатрия.ру. – URL: Психиатрия.ру.
5. Протокол ведения пациентов с нервной анорексией в условиях стационара. – URL: Протокол ведения пациентов.
6. Восстановление питания и веса / Центр изучения расстройств пищевого поведения. – URL: ЦИРПП.
7. Формирование, клиника и лечение нервной анорексии. – URL: Формирование, клиника и лечение нервной анорексии.
8. Анорексия / ПроБолезни. – URL: ПроБолезни.
9. Калуги С., Чиньола Э., Далле Граве Р. Лонгитюдное исследование пищевых ритуалов у пациентов с нервной анорексией / Фронтирс ин психолоджи. – 2019. – Т. 10. – Ст. 15. – Цифровой идентификатор объекта: 10.3389/fpsyg.2019.00015.
10. Совершенствование медицинской помощи: алгоритмы диагностики и мониторинга. – URL: Алгоритмы диагностики и мониторинга.

11. Синдром возобновленного питания (рефидинг-синдром) / Красота и медицина. – URL: Красота и медицина.

12. Статья по проблеме нарушений обмена при нервной анорексии / Дальневосточный государственный медицинский университет. – URL: Электронная библиотека ФГБОУ ВО ДВГМУ.

13. Синдром восстановления питания у пациентов в интенсивной терапии. – URL: Интенсивная терапия.

ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 159.922.6

ФАСАДНАЯ АУТЕНТИЧНОСТЬ В ЦИФРОВОМ НАРРАТИВЕ: ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ В КОНТЕКСТЕ КРИЗИСА СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА

Овчаров Иван Владимирович

магистр психологии

НОЧУ ВО «Московский институт психоанализа»,

г. Москва

***Аннотация.** В статье представлен теоретический анализ феномена фасадной аутентичности в цифровом нарративе у взрослых 35-45 лет, переживающих кризис среднего возраста. Проведен сравнительный анализ теоретических подходов к аутентичности и выявлена теоретическая лакуна: ни один из подходов не описывает механизм, при котором знание о себе может не приводить к действию. На основе субъектного подхода и типологии О. А. Филатовой предложено определение фасадной аутентичности, критерии ее различения с истинной аутентичностью и концептуальная схема усиления в цифровой среде. Обоснована возрастная специфика кризиса среднего возраста как периода, предполагающего реальные поведенческие изменения. Сформулированы гипотезы для эмпирической проверки.*

***Ключевые слова:** фасадная аутентичность, цифровой нарратив, кризис среднего возраста, возрастная психология, теоретический анализ, самопрезентация*

***Abstract.** The article presents a theoretical analysis of the phenomenon of façade authenticity in digital narrative among adults aged 35–45 experiencing a midlife crisis. A comparative analysis of theoretical approaches to authenticity reveals a theoretical*

gap: none of the approaches describes a mechanism whereby self-knowledge may fail to lead to action. Drawing on the subjective approach and the typology of O.A. Filatova, the paper defines façade authenticity, proposes criteria for distinguishing it from true authenticity, and outlines a conceptual scheme of its enhancement in the digital environment. The age-specific nature of the midlife crisis as a period demanding real behavioral changes is substantiated. Hypotheses for empirical testing are formulated.

Keywords: *façade authenticity, digital narrative, midlife crisis, developmental psychology, theoretical analysis, self-presentation*

Введение. Период средней зрелости (35-45 лет) традиционно описывается как время переоценки жизненных целей, столкновения с конечностью бытия и поиска подлинности. Э. Эриксон называл эту задачу генеративность против стагнации [1], а Д. Левинсон характеризовал середину жизни как переход, в котором человеку необходимо примирить мечту о будущем с реальностью настоящего [2]. Дж. Холлис описал этот период как перевал в середине пути, где происходит столкновение маски и Самости [3].

В настоящей работе мы придерживаемся границ средней зрелости, предложенных Д. Левинсоном (35-45 лет), поскольку именно в этом периоде наиболее отчетливо проявляется кризис середины жизни [2].

В современной культуре поиск подлинности все чаще опосредован цифровой средой: дневники в социальных сетях, рефлексивные посты, психологические марафоны. Однако результат оказывается неожиданным: человек заявляет о подлинности, но не обретает аутентичность в поведении. О. А. Филатова ввела для описания этого феномена понятие фасадной аутентичности, понимая под ним тип личности, при котором человек осознает себя, но его поведение не соответствует ценностям [4].

Проблема состоит в том, что фасадная аутентичность изучалась преимущественно у педагогов (23-45 лет) без привязки к возрастному кризису. В период кризиса среднего возраста, то есть нормативного перехода, предполагающего реальную интеграцию опыта, она не исследовалась. При этом именно в этом возрасте задачи развития требуют поведенческих изменений, а не только рефлексии.

Цель работы состоит в теоретическом анализе возрастных особенностей фасадной аутентичности в цифровом нарративе у взрослых в период кризиса среднего возраста.

Задачи:

- 1) провести сравнительный анализ теоретических подходов к аутентичности и выявить теоретическую лакуну;
- 2) дать развернутое определение фасадной аутентичности и критерии ее различения с истинной аутентичностью;
- 3) построить концептуальную схему усиления фасадной аутентичности в цифровой среде;
- 4) раскрыть возрастную специфику кризиса среднего возраста;
- 5) сформулировать гипотезы для эмпирической проверки.

Методологическую основу работы составляют: сравнительный анализ концепций аутентичности (А. Вуд, М. Кернис и Б. Голдман, С. К. Нартова-Бочавер, О. А. Филатова); теоретическое моделирование; анализ возрастных задач развития (Э. Эриксон, Д. Левинсон, Дж. Холлис); исследования цифровой идентичности (Г. У. Солдатова, Т.Д. Марцинковская, Е. П. Белинская).

Основная схема исследования строится на индивидуально-психологическом уровне анализа. Цифровая среда и возрастной кризис рассматриваются как контекст, в котором разворачивается динамика аутентичности.

1. Теоретические подходы к аутентичности: сравнительный анализ

В современной психологии сложились три основных подхода к пониманию аутентичности.

Гуманистический подход (А. Вуд и соавторы) рассматривает аутентичность как трехкомпонентную структуру: самоотчуждение, аутентичная жизнь и принятие внешнего влияния [5]. Аутентичность определяется как черта личности, означающая верность своему истинному Я, соответствие природе индивидуальности, пространственно-временному контексту жизни и предназначению [6, с. 523].

Экзистенциальный подход (М. Кернис и Б. Голдман) акцентирует четыре

компонента: осознанность, непредвзятость, аутентичное поведение и аутентичные отношения. Аутентичность понимается как беспрепятственное проявление своего истинного Я в текущей жизни [7].

Субъектный подход (С. К. Нартова-Бочавер) определяет аутентичность как черту, осуществляющую мониторинг верности своему уникальному пути и дающую обратную связь о рисках самоотчуждения [8]. О. А. Филатова определяет аутентичность как системное личностное образование, заключающееся в аутентичном контакте со своим внутренним миром и содержащее гуманистическую ориентацию смыслов и ценностей по отношению к своей профессиональной деятельности и учащимся [4].

Гуманистический подход (А. Вуд и соавторы) рассматривает аутентичность как трехкомпонентную структуру. Экзистенциальный подход (М. Кернис и Б. Голдман) акцентирует четыре компонента. Субъектный подход (С. К. Нартова-Бочавер) определяет аутентичность как верность пути. Сравнительный анализ представлен в таблице 1.

Таблица 1 - Сравнительный анализ подходов к аутентичности

Подход	Ключевые компоненты	Критерий аутентичности в подходе	Ограничение для нашей задачи
Гуманистический	Самоотчуждение, аутентичная жизнь, принятие внешнего влияния	Соответствие поведения ценностям	Не описывает механизм, при котором знание о себе не ведет к действию
Экзистенциальный	Осознанность, непредвзятость, поведение, отношения	Свобода проявления Я	Не различает подлинное и демонстративное проявление
Субъектный	Верность пути, призванию, обстоятельствам	Соответствие жизненному пути	Не описывает феномен имитации аутентичности

Выявленное противоречие состоит в следующем. Ни один из подходов не описывает механизм, при котором знание о себе может не приводить к действию. Все три подхода рассматривают аутентичность преимущественно как соответствие поведения внутренним ценностям, предполагая, что осознание этих ценностей автоматически ведет к их реализации. Однако эмпирические данные,

полученные О. А. Филатовой, показывают, что это не всегда так [4]. Это создает теоретическую лакуну, которую мы заполняем понятием фасадной аутентичности.

2. Фасадная аутентичность: определение, критерии и операционализация

О. А. Филатова выделила три типа аутентичности на основе эмпирического исследования педагогов [4].

Таблица 2 - Типы аутентичности и их проявление в цифровом нарративе

Тип	Характеристика	Проявление в цифровом нарративе
Истинная	Баланс внутреннего и внешнего, аутентичность как устойчивая черта	Текст соответствует реальным действиям, публикации редки
Фасадная	Демонстрационная аутентичность: человек осознает себя, но поведение не соответствует ценностям	Активный нарратив о работе над собой без реальных изменений
Расщепленная	Противоречивая аутентичность, затрудняющая совладание	Противоречивые посты, отсутствие целостной линии

Мы определяем фасадную аутентичность как форму аутентичности, при которой функция самопрезентации преобладает над функцией саморегуляции поведения. Иными словами, аутентичность используется не как ориентир для действия, а как средство создания образа. Человек осознает свои ценности и чувства, однако не воплощает это понимание в поведении. Ключевая характеристика состоит в расхождении между знанием о себе и действием. Данное определение опирается на субъектный подход С. К. Нартовой-Бочавер, в рамках которого аутентичность понимается как верность своему пути [8], и на эмпирическую типологию О. А. Филатовой [4].

Критерии различения истинной и фасадной аутентичности включают следующее.

1. Наличие поведенческих изменений. Истинная аутентичность проявляется в конкретных действиях, соответствующих ценностям. Фасадная остается на уровне деклараций.

2. Устойчивость в стрессовых ситуациях. Т. А. Шмарина показала, что

аутентичность является буфером, защищающим от воздействия острого стресса и ПТСР [9, с. 75]. При фасадной аутентичности человек демонстрирует рефлексивность в спокойной обстановке, но срывается на привычные паттерны в стрессе.

3. **Согласованность вербальных и невербальных проявлений.** Истинная аутентичность предполагает целостность, фасадная характеризуется рассогласованием между словами и поведением.

Операционально фасадная аутентичность может быть измерена как расхождение между самоотчетом о ценностях и экспертным наблюдением поведения. Для фиксации признаков могут быть использованы: сравнение результатов опросника аутентичности с экспертной оценкой; методика диагностики рефлексивности А.В. Карпова; опросник КПСС для оценки поведенческих стратегий.

Различение с самоотчуждением состоит в следующем. Фасадная аутентичность представляет собой частный случай самоотчуждения, при котором расхождение между Я-реальным и Я-идеальным (В. А. Бардадымов) [10] маскируется демонстративной рефлексией. В отличие от классического самоотчуждения, при фасадной аутентичности человек осознает свои ценности, но не действует в соответствии с ними, формируя иллюзию подлинности через текст.

3. Концептуальная схема усиления фасадной аутентичности в цифровом нарративе

Под цифровым нарративом в настоящей работе понимается совокупность текстов, создаваемых человеком в цифровой среде: посты в социальных сетях, дневниковые записи, рефлексивные эссе. Цифровая среда обладает специфическими характеристиками, которые создают условия для подмены реальной поведенческой трансформации символической активностью. Исследования цифровой социализации показывают, что онлайн- и офлайн-миры смешиваются и взаимодополняют друг друга [11]. Е. П. Белинская отмечает, что конструирование виртуального образа может быть связано с формированием фасадного Я [12]. Т.Д. Марцинковская определяет информационную идентичность как устойчивую особенность личности, которая отражает готовность и способность

личности критически отбирать, перерабатывать и использовать информацию в условиях ее избытка [13].

Цифровой нарратив обладает тремя ключевыми характеристиками, значимыми для нашего анализа: возможность редактирования текста, немедленная обратная связь в виде лайков и комментариев, количественные показатели в виде числа просмотров и подписчиков. Эти характеристики создают условия для подкрепления вербальной активности, не требуя реальных действий.

Под псевдоадаптацией в настоящей работе понимается имитация адаптивного поведения без реальных изменений.

Концептуальная схема усиления фасадной аутентичности представляет собой последовательность из шести этапов.

Первый этап. Кризис среднего возраста актуализирует задачу интеграции опыта (Эриксон, Левинсон, Холлис).

Второй этап. Поиск подлинности побуждает человека искать способы справиться с экзистенциальным кризисом.

Третий этап. Цифровой нарратив в виде ведения блога или публикации рефлексивных постов становится доступным инструментом.

Четвертый этап. Немедленная обратная связь в виде лайков, комментариев и метрик создает ощущение прогресса.

Пятый этап. Происходит подмена поведения текстом: человек получает подкрепление за слова, а не за действия.

Шестой этап. Усиление расхождения: чем больше усилий вкладывается в текст, тем сильнее становится расхождение между образом и поведением.

Схема позволяет предсказать: чем выше активность цифрового нарратива, тем выше уровень фасадной аутентичности при условии низкой поведенческой активности. Схема является линейной и не учитывает индивидуальные различия в склонности к рефлексии, а также возможные нелинейные эффекты. Это ограничение необходимо учитывать при интерпретации.

Таким образом, цифровой нарратив не только отражает фасадную аутентичность, но и может усиливать ее через механизм подкрепления.

В. А. Бардадымов показал, что уход от экзистенциального кризиса может принимать деструктивные формы. Аддиктивное поведение возникает в ответ на угрозу аутентичности бытия как неадаптивный способ переживания экзистенциального кризиса [10, с. 3]. Публикация постов о новой жизни может выполнять аналогичную функцию: создавать ощущение контроля без реальных изменений. Как отмечает автор, это способ псевдоадаптации к экзистенциальным кризисам [10, с. 3]. В случае цифрового нарратива мы также наблюдаем псевдоадаптацию, но не через психоактивные вещества, а через текст.

4. Возрастной аспект: кризис среднего возраста как период риска

Новизна нашей работы состоит в том, что фасадная аутентичность рассматривается в контексте нормативного кризиса средней взрослости (35-45 лет). Существующие исследования аутентичности охватывают детство, подростковый возраст и юность (7-23 года). В работе С. К. Нартовой-Бочавер и соавторов показано, что по мере взросления описания аутентичности становятся более богатыми и дифференцированными [6, с. 524]. Педагогов (23-45 лет) изучала Филатова О. А. [4]. Сотрудников экстренных служб исследовала Шмарина Т. А. [9]. Взрослых в романтических отношениях изучала Борисова А. Ю. [14]. Проведенный анализ показывает, что кризис среднего возраста не был предметом специального изучения аутентичности. Это позволяет рассматривать нашу работу как восполняющую данную лакуну.

В возрасте 35-45 лет перед человеком стоят три ключевые задачи развития.

1. Интеграция опыта (Э. Эриксон): необходимость принять прожитое и найти смысл в настоящем. Если этого не происходит, возникает стагнация.

2. Примирение мечты и реальности (Д. Левинсон): осознание расхождения между юношескими ожиданиями и достигнутым. Это предполагает реальные усилия по перестройке жизни.

3. Столкновение с Самостью (Дж. Холлис): встреча с подлинным Я, которая может быть болезненной и требует отказа от маски.

Решение этих задач предполагает реальные поведенческие изменения. Фасадная аутентичность в этом возрасте может выступать как защитно-

совладающая стратегия: она позволяет сохранить иллюзию движения без реальных усилий.

В. А. Бардадымов показал, как потеря аутентичности связана с нарастанием самоотчуждения. Потеря аддиктами аутентичности проявляется в нелинейном повышении самоотчуждения с приближением к стадии сформированной аддикции [10, с. 3]. У взрослых в кризисе среднего возраста аналогичный процесс может маскироваться под работу над собой и социально одобряться.

А. Ю. Борисова показала, что у женщин с низкой аутентичностью уменьшение психологической дистанции в отношениях связано с тревожностью и неготовностью к самораскрытию [14, с. 5]. Это означает, что человек может говорить о своей неаутентичности, но не менять поведения. В цифровом нарративе это создает иллюзию рефлексивности.

Возрастная лакуна состоит в том, что фасадная аутентичность в период кризиса среднего возраста не изучалась. Это определяет новизну нашего исследования.

5. Гипотезы для эмпирической проверки

Проведенный теоретический анализ позволяет сформулировать следующие гипотезы.

Гипотеза 1. Существует положительная связь между активностью цифрового нарратива и уровнем фасадной аутентичности.

Гипотеза 2. Фасадная аутентичность отрицательно связана с поведенческими изменениями в кризисе среднего возраста.

Гипотеза 3. Фасадная аутентичность опосредует связь между активностью цифрового нарратива и затяжным течением кризиса среднего возраста.

Выводы. Проведенный теоретический анализ позволяет утверждать следующее.

1. Выявлена теоретическая лакуна: ни один из существующих подходов к аутентичности не описывает механизм, при котором знание о себе может не приводить к действию. Это создает необходимость введения понятия фасадной аутентичности.

2. Уточнено понятие фасадной аутентичности как формы аутентичности, при которой функция самопрезентации преобладает над функцией саморегуляции поведения. Предложены критерии различения истинной и фасадной аутентичности и операциональные признаки для их измерения.

3. Построена концептуальная схема усиления фасадной аутентичности в цифровом нарративе. Показано, что цифровая среда создает подкрепление за текст без поведения, что может приводить к закреплению расхождения. Схема является линейной и не учитывает индивидуальные различия.

4. Обоснована возрастная специфика: в период кризиса среднего возраста (35-45 лет) задачи развития предполагают реальные поведенческие изменения. Фасадная аутентичность может препятствовать их решению, выступая как защитно-совладающая стратегия.

5. Сформулированы гипотезы для эмпирической проверки предложенной схемы.

Ограничения исследования. Работа является теоретической. Выводы нуждаются в эмпирической проверке. Мы не рассматриваем культурные различия в проявлении фасадной аутентичности и не анализируем гендерные особенности. Предложенная схема не учитывает индивидуальные различия в склонности к рефлексии.

Список литературы

1. Эриксон Э. Идентичность: юность и кризис. М.: Прогресс, 1996. 344 с.
2. Levinson D.J. The Seasons of a Man's Life. New York: Knopf, 1978. 363 p.
3. Холлис Дж. Перевал в середине пути. М.: Когито-Центр, 2013. 224 с.
4. Филатова О. А. Аутентичность как психологический ресурс совладающего поведения педагога: дис. ... канд. психол. наук. Хабаровск, 2023. 261 с.
5. Wood A.M., Linley P.A., Maltby J., Baliousis M., Joseph S. The authentic personality: A theoretical and empirical conceptualization and the development of the Authenticity Scale / Journal of Counseling Psychology. 2008. Vol. 55, № 3. P. 385-399.

6. Нартова-Бочавер С. К., Ерофеева В. Г., Байрамян Р. М., Чулюкин К. С. Повседневные представления об аутентичности: от детства к юности / Психология. Журнал Высшей школы экономики. 2023. Т. 20, № 3. С. 523-547.
7. Kernis M.H., Goldman B.M. A multicomponent conceptualization of authenticity: Theory and research / Advances in Experimental Social Psychology. 2006. Vol. 38. P. 283-357.
8. Нартова-Бочавер С. К., Корнеев А. А., Бочавер К. А. Субъектная концепция аутентичной личности: обоснование и эмпирическая верификация / Психологический журнал. 2024. Т. 45, № 5. С. 23-33.
9. Шмарина Т. А. Аутентичность личности и парадокс устойчивости к травматическому стрессу / Современная зарубежная психология. 2023. Т. 12, № 3. С. 74-82.
10. Бардадымов В. А. Аутентичность личности подростков на разных стадиях аддиктивного поведения: автореф. дис. ... канд. психол. наук: 19.00.10. М., 2012. 27 с.
11. Солдатова Г. У., Чигарькова С. В., Илюхина С. Н. Представления о реальном и виртуальном пространствах как часть актуальной картины мира подростков и родителей в цифровом обществе / Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2022. Т. 12, № 3. С. 311-327.
12. Белинская Е. П. Взаимосвязь реальной и виртуальной идентичностей пользователей социальных сетей / Образование личности. 2016. № 2. С. 31-39.
13. Марцинковская Т.Д., Андреева Н. А., Преображенская С. В. Информационная идентичность и восприятие информации как новая цифровая повседневность / Вестник Санкт-Петербургского университета. Психология. 2023. Т. 13, № 3. С. 347-361.
14. Борисова А. Ю. Диспозициональная аутентичность и романтические отношения у женщин юношеского и зрелого возраста / Психологические исследования. 2024. Т. 17, № 95. С. 5.

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 621

ЛАЗЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ С ЧПУ

Руднева Вероника Владимировна

Кинзябулатов Радик Ханифович

бакалавры

Научный руководитель: Девяткина Светлана Николаевна,

к.п.н., доцент

Стерлитамакский филиал,

ФГБОУ ВО Уфимский университет науки и технологий,

город Стерлитамак

Аннотация. Статья посвящена экспериментальной оценке влияния параметров лазерного луча (мощности, скорости, частоты) на шероховатость (R_a) и зону термического влияния (ЗТВ) при обработке алюминиевых сплавов на станках ЧПУ (числового программного управления), нержавеющей стали и углеродистого пластика. Полученные эмпирические закономерности позволяют прогнозировать качество и оптимизировать режимы резки и гравировки. Внедрение подхода снижает брак на 12-18% и сокращает время технологической подготовки на 20-25%.

Annotation. The paper focuses on the experimental evaluation of how laser beam parameters (power, scanning speed, and pulse repetition rate) affect surface roughness (R_a) and the heat-affected zone (HAZ) during CNC machining of aluminum alloys, stainless steel, and carbon fiber reinforced polymers (CFRP). The established empirical relationships enable quality prediction and optimization of cutting and engraving regimes. Implementing this approach reduces defect rates by 12–18% and shortens production engineering time by 20–25%.

Ключевые слова: *лазерная обработка, станки с ЧПУ, технологические режимы, шероховатость, зона термического влияния, оптимизация параметров, машиностроение, экспериментальные данные, качество поверхности, технологические инструкции*

Keywords: *laser processing, CNC machines, technological modes, roughness, heat-affected zone, parameter optimization, mechanical engineering, experimental data, surface quality, technological instructions*

Лазерная обработка на станках с ЧПУ занимает лидирующие позиции среди методов формообразования в современном машиностроении. Благодаря высокой плотности энергии в зоне контакта, отсутствию силового воздействия на заготовку и точному программному контролю траектории луча данный метод эффективно применяется как для традиционных металлических сплавов, так и для сложных композиционных и полимерных материалов, трудно поддающихся механической обработке лезвийным инструментом [1].

Ужесточение промышленных требований к точности, производительности и экономии ресурсов актуализирует исследования, направленные на адаптацию лазерных технологий к новым материалам и их внедрение в автоматизированные производственные линии. Это напрямую определяет конкурентоспособность предприятий и эффективность выпуска сложных деталей с минимальными отходами и контролируемым тепловым воздействием [2].

На сегодняшний день остаётся открытым вопрос обоснованного назначения режимов лазерной обработки для широкого спектра конструкционных материалов. Несмотря на наличие общих рекомендаций производителей оборудования, на большинстве предприятий выбор параметров (мощности, скорости, частоты импульсов) осуществляется эмпирически — методом проб и ошибок. Следствием этого становятся увеличение длительности технологической подготовки, перерасход сырья и повышенный риск брака, особенно при переходе на новые типы материалов, для которых отсутствуют апробированные технологические карты. Существующие справочные данные чаще всего ориентированы на узкий круг материалов и не учитывают совместное влияние параметров ЧПУ

(динамики перемещения осей, интерполяции траектории) на качество обработки.

По нашему мнению, для устранения указанного недостатка необходимо внедрить систематический экспериментальный подход, основанный на полном факторном планировании эксперимента и метрологическом контроле ключевых характеристик поверхности. Мы предлагаем усовершенствовать процедуру выбора режимов за счёт построения эмпирических зависимостей «параметр излучения — характеристика поверхности» для конкретных групп материалов и изменения практики технологической подготовки путём использования номограмм и таблиц режимов вместо последовательного перебора. Это позволит существенно сократить количество пробных проходов и повысить прогнозируемость качества обработки.

Объектом исследования выступает процесс лазерной обработки конструкционных материалов на станках с ЧПУ, включая анализ связи параметров излучения (мощность, частота импульсов, скорость перемещения) с характеристиками обработанной поверхности (шероховатость R_a , глубина ЗТВ, геометрическая точность, наличие дефектов) для трёх групп материалов: алюминиевые сплавы (АМг6), нержавеющая сталь (12Х18Н10Т) и углепластик на эпоксидной основе.

Задачи исследования:

1. Выявить количественные зависимости между параметрами лазерного излучения и качеством обработки поверхности для каждого типа материалов, определив диапазоны значений R_a и глубины ЗТВ при изменении мощности (1–4 кВт), скорости (2–12 м/мин) и частоты импульсов (20–100 кГц).

2. Разработать методику экспериментального определения оптимальных режимов, обеспечивающую минимальный уровень дефектов (оплавлений, трещин, грата) при заданных требованиях к производительности и геометрическим допускам.

3. Оценить влияние параметров системы ЧПУ (траектория движения, ускорения, интерполяция) на стабильность процесса и равномерность обработки по контуру, особенно на участках с резким изменением направления.

4. Сформировать практические рекомендации по выбору и корректировке технологических параметров для типовых операций (резка, гравировка, перфорация) с учётом физико-механических свойств материалов и требований к готовой детали.

Исследование проводилось с использованием комплексного подхода, объединяющего теоретические, экспериментальные и статистические методы.

1. Теоретическая часть включала анализ научно-технической литературы, действующих ГОСТов и производственных регламентов, а также математическое моделирование связей между параметрами излучения и характеристиками поверхности методами регрессионного и корреляционного анализа.

2. Экспериментальная часть предусматривала натурные испытания на волоконном лазерном станке с ЧПУ (модель IPG YLS-4000, длина волны 1070 нм). Для каждой группы материалов изготавливалась серия образцов (не менее 15 шт. на режим) с варьированием параметров по схеме полного факторного эксперимента 2^3 (два уровня по трём факторам: мощность, скорость, частота).

Схема эксперимента:

Фактор А (мощность): 2 кВт и 4 кВт.

Фактор В (скорость): 4 м/мин и 10 м/мин.

Фактор С (частота импульсов): 40 кГц и 80 кГц.

Метрологический контроль включал:

1. Оценку шероховатости поверхности профилометром (Mitutoyo SJ-210, диапазон Ra 0,01–100 мкм, погрешность $\pm 5\%$).

2. Измерение геометрической точности на координатно-измерительной машине (КИМ Carl Zeiss Contura G2, погрешность $1,9+L/300$ мкм).

3. Анализ ЗТВ и дефектов методами оптической (Leica DMi8) и сканирующей электронной микроскопии (Tescan Vega 3).

Обработка данных включала статистический расчёт средних значений, стандартных отклонений и доверительных интервалов (уровень значимости $\alpha = 0,05$), а также построение эмпирических зависимостей и номограмм для практического выбора режимов.

Характер связи между параметрами лазерного излучения и качеством обработки существенно зависит от теплофизических свойств материала.

Для алюминиевых сплавов (АМг6), обладающих высокой теплопроводностью, увеличение мощности с 2 до 4 кВт при фиксированной скорости 4 м/мин приводит к росту глубины ЗТВ с 0,12 до 0,31 мм и увеличению параметра Ra с 3,2 до 5,8 мкм из-за интенсивного растекания расплава и образования грата на нижней кромке реза. При повышении скорости до 10 м/мин глубина ЗТВ снижается до 0,08 мм, а Ra – до 2,7 мкм, однако возрастает риск неполного прореза.

Для нержавеющей стали (12Х18Н10Т) с низкой теплопроводностью повышение мощности с 2 до 4 кВт при скорости 4 м/мин улучшает качество реза за счёт более полного удаления расплава: глубина ЗТВ увеличивается незначительно (с 0,15 до 0,21 мм), а Ra снижается с 4,1 до 3,3 мкм. При превышении порога мощности 4,2 кВт наблюдаются микротрещины из-за резкого температурного градиента.

Для углепластика на эпоксидной матрице критичным фактором является частота импульсов: при 40 кГц наблюдаются локальные перегревы и расслоение материала, а при 80 кГц – более равномерный съём материала и снижение Ra с 6,5 до 4,2 мкм. Оптимальные режимы для этого материала: мощность 2 кВт, скорость 8 м/мин, частота 80 кГц.

Скорость перемещения луча оказывает наиболее выраженное влияние на шероховатость поверхности: при чрезмерно низкой скорости (менее 3 м/мин) наблюдается оплавление кромок и рост Ra, а при слишком высокой (более 12 м/мин) – неполный прорез и появление неровностей. Частота импульсов определяет степень перекрытия отдельных импульсов и равномерность съёма материала по контуру.

Параметры ЧПУ (траектория, ускорения, интерполяция) также существенно влияют на качество обработки. На участках изменения направления (углы, закругления малого радиуса) фактическая скорость снижается относительно заданной, что приводит к локальному перегреву и неравномерности обработки. Например, при резке контура с радиусом 2 мм и ускорении 5 м/с²

глубина ЗТВ на закруглении увеличивается на 15–20% по сравнению с прямолинейным участком. По нашему мнению, корректировка управляющей программы с учётом динамики перемещения осей (снижение скорости на углах, применение сглаживания траектории) позволяет минимизировать этот эффект.

В результате исследования мы пришли к выводам по каждому классу материалов:

1. Алюминиевые сплавы: приоритетом является минимизация ЗТВ и грата за счёт повышения скорости и снижения мощности; критичен контроль нижней кромки реза.

2. Нержавеющая сталь: допустимо повышение мощности для улучшения качества реза, но требуется контроль микротрещин; оптимальна средняя скорость (6–8 м/мин).

3. Углепластики: критична высокая частота импульсов и умеренная мощность для предотвращения расслоения; скорость подбирается из условия полного прореза без перегрева матрицы.

Научная новизна исследования заключается в установлении количественных зависимостей между параметрами лазерного излучения и характеристиками обработанной поверхности для трёх классов конструкционных материалов, а также в разработке эмпирических моделей прогнозирования Ra и глубины ЗТВ с учётом теплофизических свойств материалов и динамики ЧПУ.

Практическая значимость состоит в формировании прикладных рекомендаций по выбору режимов обработки, позволяющих сократить количество пробных проходов на 30–40%, снизить долю брака на 12–18% и уменьшить время технологической подготовки на 20–25%. Разработанные таблицы режимов и номограммы могут быть использованы в технологической подготовке производства и в учебных целях.

Проведённое исследование позволило нам прийти к следующим выводам.

Во-первых, мы установили, что каждый из рассмотренных материалов по-своему реагирует на изменение мощности, скорости и частоты импульсов, и универсальных режимов, одинаково пригодных для всех групп, не существует.

Алюминиевые сплавы требуют повышенной скорости и умеренной мощности для сдерживания роста ЗТВ и предотвращения грата; нержавеющая сталь допускает более высокую мощность, но с обязательным контролем микротрещин; углепластики чувствительны к частоте импульсов и нуждаются в мягком тепловом воздействии для исключения расслоения.

Во-вторых, мы предлагаем усовершенствовать технологическую подготовку производства за счёт внедрения разработанных номограмм и таблиц режимов, которые заменяют последовательный перебор параметров и позволяют технологу сразу назначать корректные значения. Изменение подхода – от проб и ошибок к расчётному выбору – даёт снижение брака на 12–18% и сокращение времени наладки на 20-25%.

В-третьих, по нашему мнению, учёт динамики ЧПУ (замедлений на углах, сглаживания траектории) должен стать обязательным этапом при подготовке управляющих программ, поскольку локальные перегревы на участках изменения направления могут увеличивать глубину ЗТВ на 15–20% относительно прямолинейных участков.

Внедрение предложенной методики на машиностроительных предприятиях позволит сократить время технологической подготовки новых изделий, повысить стабильность качества выпускаемых деталей и снизить себестоимость за счёт уменьшения процента брака и рационального использования материала.

Список литературы

1. ГОСТ 3.1105–2011. Единая система технологической документации. Формы и правила оформления документов общего назначения. – Введен 2012–01–01. – Москва: Стандартинформ, 2012. 30 с.
2. ГОСТ Р 58374–2019. Лазерная обработка. Термины и определения. — Введен 2019–09–01. – Москва: Стандартинформ. – 2019. – 12 с.
3. Григорьянц, А. Г., Шиганов, И. Н., Мисюров, А. И. Технологические процессы лазерной обработки. – М.: МГТУ им. Н. Э. Баумана. – 2008. – 664 с.
4. Смирнов А. Н., Соколов А. В. Лазерная резка металлов: теория и практика. – СПб.: Политехника. – 2019. – 246 с.

УДК 621.314**ОСОБЕННОСТИ ВЫБОРА ПАРАМЕТРОВ
ВЫСОКОЧАСТОТНОГО LLC-РЕЗОНАНСНОГО ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЯ****Сергеичев Георгий Филиппович**

аспирант

Научный руководитель: Серегин Дмитрий Андреевич,

К.Т.Н., доцент

ФГБОУ ВО «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

***Аннотация.** В статье рассматриваются вопрос начального выбора определяющих дальнейшую разработку параметров LLC-резонансного преобразователя. Предложен метод выбора параметров резонансных LLC преобразователей постоянного напряжения, адаптированный для высокочастотных преобразователей, который, в отличие от известных методов, не требует при повышении частоты снижения последовательной индуктивности резонансного контура до малых, сложно реализуемых значений.*

The paper covers the problem of choosing the initial parameters for resonant LLC-converter design. A method for choosing initial design parameters for LLC converters is given. Unlike previously known methods, this method allows using high switching frequency without the need to lower the resonant inductance to small and hard to implement values.

***Ключевые слова:** LLC-преобразователь, резонансный преобразователь, источники вторичного электропитания*

***Keywords:** LLC converter, resonant converter, switching power supplies*

Повышение частоты коммутации в классических импульсных преобразователях с жесткой коммутацией приводит к резкому росту динамических потерь на ключевых элементах. В результате попытка улучшения массогабаритных

характеристик преобразователя за счёт снижения размеров трансформатора приводит к тому, что требуется увеличение размеров и сложности системы охлаждения. Так, практическим пределом с учетом факторов экономической целесообразности для распространенных карбид-кремниевых полевых транзисторов (ПТ), оказывается частота порядка 300 кГц [1]. Большее повышение частоты коммутации требует значительной оптимизации теплоотвода, драйверов и создания низкоиндуктивной компоновки.

Решением проблемы роста динамических потерь при повышении частоты коммутации может выступать создание ИВЭП с мягкой коммутацией, в том числе использование резонансных и квазирезонансных топологий, имеющих в качестве главных преимуществ высокое значение коэффициента полезного действия (КПД) и высокую плотность мощности, отражающую мощность, передаваемую преобразователем в нагрузку, на единицу его объема. Достижение высоких показателей потребительских характеристик оказывается возможным за счет практически полного отсутствия динамических потерь вследствие реализации переключения на нулевом токе (напряжении) (ПНТ и ПНН). Работа резонансных топологий на квазисинусоидальных формах токов и напряжений позволяет также избавиться от одного из моточных элементов – дросселя выходного фильтра, и использовать исключительно емкостной выходной фильтр.

В настоящее время большую популярность при проектировании высокоэффективных ИВЭП имеет топология LLC-резонансного преобразователя, схема которого показана на рисунке 1. LLC-резонансные преобразователи позволяют регулировать выход в широком диапазоне входных напряжений и нагрузок при использовании сравнительно малой полосы частот коммутации, при этом возможно достигнуть ПНН на всем рабочем диапазоне [2]. Все основные паразитные характеристики активных и пассивных элементов, такие как емкости переходов всех полупроводниковых элементов, индуктивность рассеяния и намагничивания трансформатора, используются для достижения мягкой коммутации.

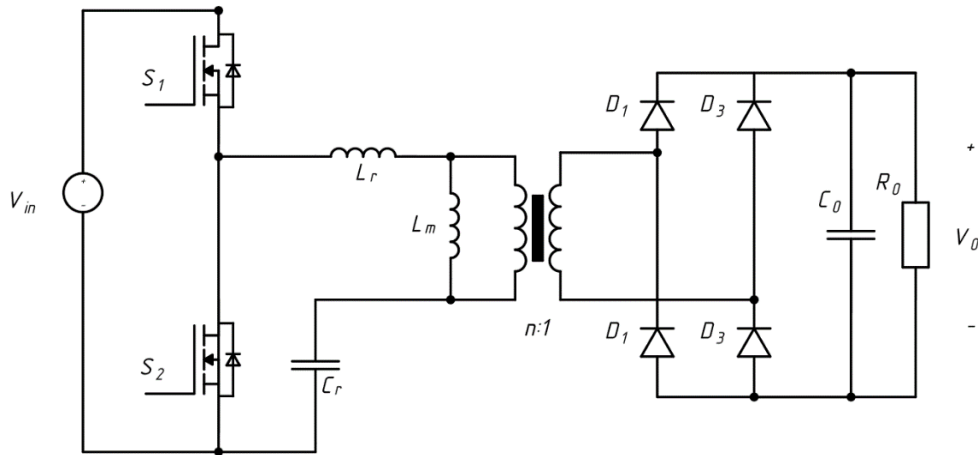


Рисунок 1 – Полумостовой LLC резонансный преобразователь

В большинстве реальных разработок шунтирующая индуктивность не устанавливается отдельно – в качестве нее используется индуктивность намагничивания трансформатора, которая для данной топологии обычно составляет приблизительно $(3 - 8) L_r$. В целом в практическом применении индуктивные компоненты часто имплементируются внутри так называемого интегрированного трансформатора. В этом случае индуктивность рассеяния используется в качестве последовательной индуктивности, а индуктивность намагничивания используется в качестве шунтирующей индуктивности.

Основной характерной величиной, определяющей характеристики LLC-резонансного преобразователя, является коэффициент усиления по напряжению, определяемый исходя из эквивалента цепи по переменному току, переход к которому показан на рисунке 2:

$$M = \frac{2nV_o}{V_{in}} = \left| \frac{\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)^2 (m-1)M_V}{\left(\frac{\omega^2}{\omega_p^2} - 1\right) + j\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1\right)(m-1)Q^e} \right| =$$

$$= \left| \frac{\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2}\right)\sqrt{m(m-1)}}{\left(\frac{\omega^2}{\omega_p^2} - 1\right) + j\left(\frac{\omega}{\omega_0}\right)\left(\frac{\omega^2}{\omega_0^2} - 1\right)(m-1)Q^e} \right|, \quad (1)$$

$$\text{где } R_{ac}^e = \frac{8n^2}{\pi^2} \frac{R_o}{M_V^2}, m = \frac{L_p}{L_r}, Q^e = \sqrt{\frac{L_r}{C_r}} \frac{1}{R_{ac}^e}, \omega_0 = \frac{1}{\sqrt{L_r C_r}}, \omega_p = \frac{1}{\sqrt{L_p C_r}}$$

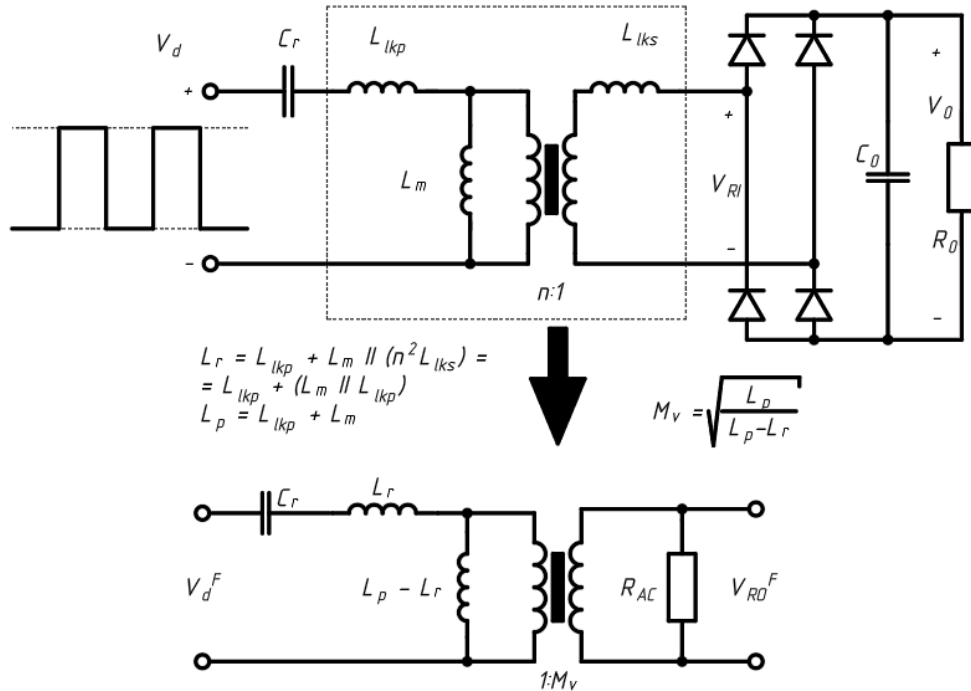


Рисунок 2 – переход к эквивалентной цепи по переменному току

Важно отметить, что игнорирование индуктивности рассеяния вторичной стороны, как правило, приводит к неработоспособности преобразователя, поэтому на рисунке 2 действующее значение последовательной индуктивности L_p и шунтирующей индуктивности $L_p - L_r$ получены, предполагая, что $n^2 L_{lks} = L_{lkp}$ и относя индуктивность рассеяния вторичной стороны к первичной стороне как [3]:

$$L_p = L_m + L_{lkp} \quad (2)$$

$$L_r = L_{lkp} + L_m \parallel (n^2 L_{lks}) = L_{lkp} + L_m \parallel L_{lkp} \quad (3)$$

Коэффициент усиления, рассчитываемый по уравнению (1), построен на графике на рисунке 3 для нескольких значений Q^e при $m = 3$, $f_0 = 1.5$ МГц и $f_p = 866$ кГц.

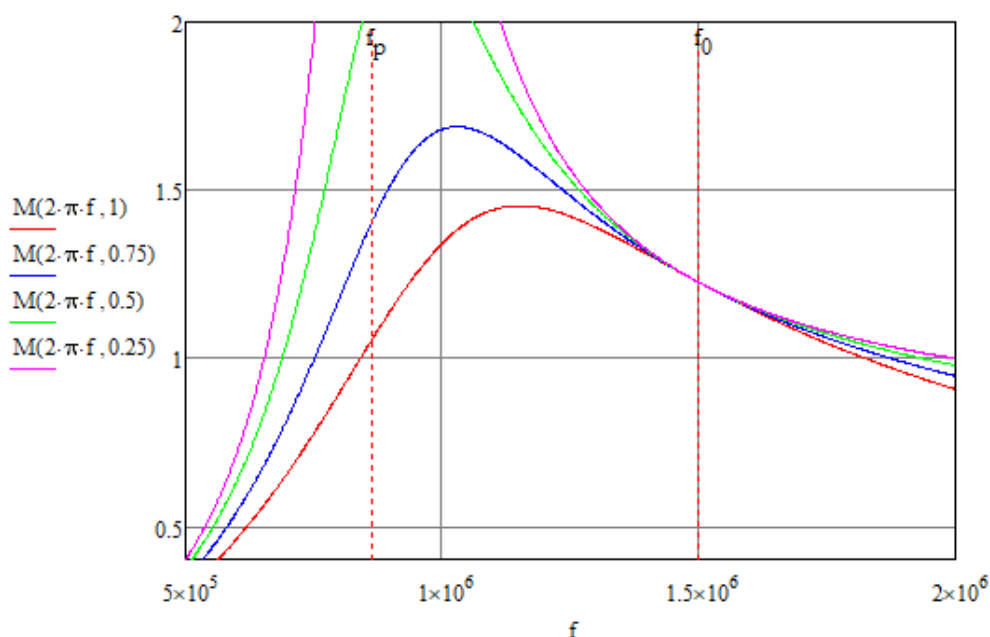


Рисунок 3 – типовые кривые характеристики коэффициента усиления LLC резонансного преобразователя с интегрированным трансформатором при $m = 3$ и $f_0 = 1.5$ МГц

Несмотря на то, что при заданных условиях максимальный коэффициент усиления может быть получен из уравнения (1), отражение максимального коэффициента усиления в явном виде является сложной задачей. Для упрощения анализа и разработки значения коэффициента усиления получают, используя в качестве исходных параметров выбираемые коэффициенты добротности Q и связанности t . Пример для различных значений Q и t показан на рисунке 3. Можно видеть, что больший максимальный коэффициент усиления можно получить, снижая значения Q и t . При заданной желаемой резонансной частоте f_0 и значении Q , коэффициент усиления на частоте f_0 определяется выбором значения t . Несмотря на то, что при малом значении t возможно получить высокий коэффициент усиления, слишком малое значение t приводит к плохой связанности трансформатора, повышению амплитуд циркулирующих не участвующих в передаче мощности токов и, как следствие, снижению КПД. Типовое значение t , согласно имеющимся рекомендациям, находится в диапазоне от 3 до 7, что дает коэффициент усиления от 1,1 до 1,2 на резонансной частоте f_0 . [4, 5, 6]

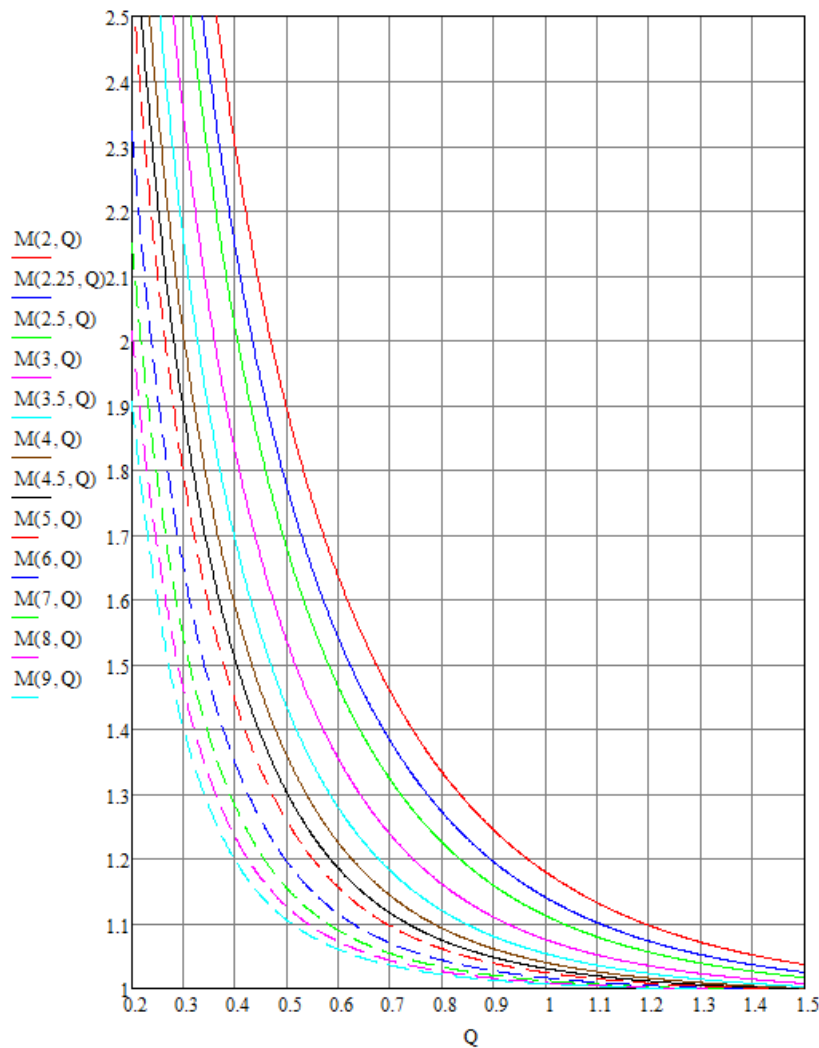


Рисунок 3 – Максимальный достижимый коэффициент усиления от Q
для различных значений t

Тем не менее, в случае разработки малогабаритных преобразователей, разработчик может столкнуться с ситуацией, при которой достижение расчетной индуктивности невозможно даже при введении немагнитного зазора в сердечник. В традиционной методике расчета [4, 5, 6] преобразователя подразумевается, что в номинальном режиме (при номинальном входном напряжении и максимальной нагрузке) преобразователь будет работать на резонансной частоте, что будет обеспечивать нулевые или околонулевые динамические потери. Получение наивысшей эффективности в номинальном режиме кажется очевидным и логичным требованием при разработке преобразователя, так как предполагается, что в данном режиме он работает наибольшее время.

Построим график коэффициента усиления от нормализованной частоты при $m = 3$ на рисунке 4 (а) и при $m = 10$ на рисунке 4 (б), описав его уравнением:

$$M(Q, m, f_n) = \frac{1}{\sqrt{\left[1 + \frac{1}{m} \times \left(1 - \frac{1}{f_n^2}\right)\right]^2 + \left[Q \times \left(f_n - \frac{1}{f_n}\right)\right]^2}}, f_n = \frac{f}{f_0} \quad (4)$$

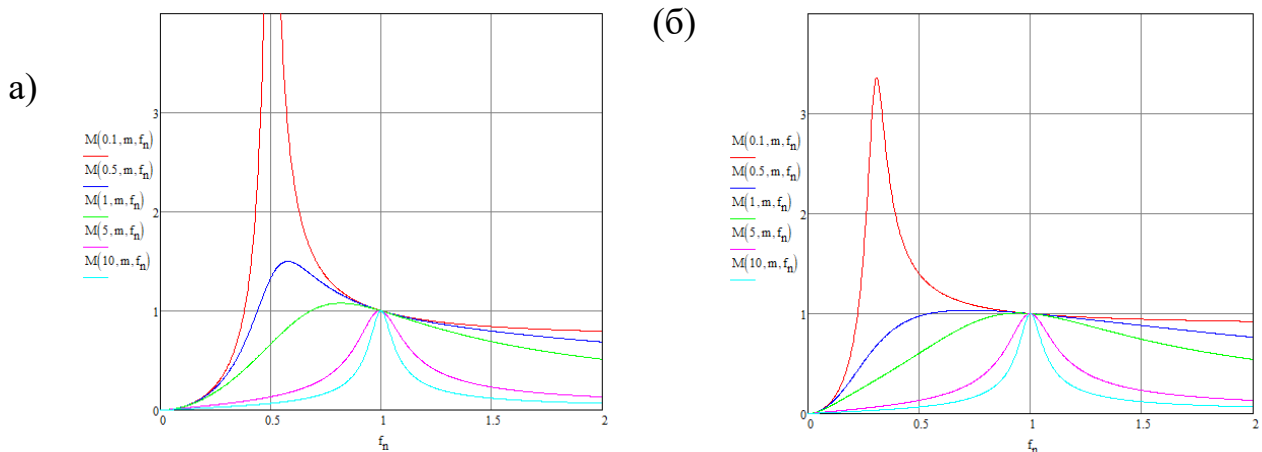


Рисунок 4 (а) – зависимость коэффициента усиления от нормализованной частоты при $m = 3$

Рисунок 4 (б) – зависимость коэффициента усиления от нормализованной частоты при $m = 10$

Рассматривая полученные графики, можно видеть, что снижение значения коэффициента m и увеличение значения коэффициента Q приводят к ожидаемому снижению максимально достижимого коэффициента усиления. В то же время, обратившись к формулам:

$$C_r = \frac{1}{2\pi Q f_0 R_{ac}}, L_r = \frac{1}{(2\pi f_0)^2 C_r},$$

можно видеть, что значение резонансной индуктивности обратно пропорционально величине емкости резонансного конденсатора, которая, в свою очередь, обратно пропорциональна величине коэффициента Q .

Таким образом, традиционный подход к разработке, при котором предполагается, что наибольшая эффективность должна достигаться при номинальном режиме, оказывается неприменим, так как для его обеспечения требуется реализация запаса коэффициента усиления для регулирования в случае, когда напряжение питания оказывается ниже номинального при работе на максимальной нагрузке. Реализация же запаса коэффициента усиления будет приводить к слишком малым и нереализуемым на практике значениям индуктивности первичной цепи.

В этом случае предлагается прибегнуть к другому методу разработки, опирающемуся на идею, что преобразователь будет работать на резонансной частоте и иметь наименьшие потери в наиболее тяжелом режиме работы: при минимальном напряжении питания и максимальной нагрузке. При номинальном напряжении питания возможно в таком случае регулированием снижать коэффициент усиления ниже единицы для обеспечения требуемой стабилизации, что будет приводить к выходу из чисто резонансного режима и появлению некоторых динамических потерь на ключах. Тем не менее, данные потери можно в некотором смысле скомпенсировать за счет возможности использования более высокого значения коэффициента связности трансформатора m и снижения таким образом циркулирующих в первичной цепи токов и, как следствие, потерь на проводимости.

В данной методике разработчик может выбрать удобное для реализации значение коэффициента m , лежащее в пределах приблизительно от 10 до 20, а также относительно произвольное значение Q . Тем не менее, при выборе значений требуется проявлять осторожность и проверять выбранные значения, строя график коэффициента усиления от частоты. Рассматривая график на рисунке 4 (б) можно видеть, что с увеличением значения Q заметно растет скорость изменения величины коэффициента усиления при регулировании частоты, и значительная крутизна данной кривой может привести к дальнейшим проблемам, связанным с точностью регулирования и установки частоты системы управления преобразователем. Однако, использование слишком малой крутизны может

привести к проблемам регулирования и стабилизации на режимах, близким к холостому ходу. Тем не менее, данная проблема может быть решена за счет перехода системы управления в режим пропуска импульсов управления. В этом режиме возможно значительно снизить передаваемую преобразователем энергию за счет создания пауз в процессе преобразования. Тем не менее, разработчику необходимо определить граничный режим перехода в режим пропуска импульсов управления по нагрузке и удостовериться в достижимости данной границы в режиме нормального регулирования коэффициента усиления преобразователя.

Коэффициент трансформации в таком случае необходимо рассчитывать из наихудшего случая, то есть работы при минимальном напряжении питания и расчетном коэффициенте усиления:

$$M_{res}(m, Q) = \left| \frac{\sqrt{m(m-1)}}{m-1} \right|, n = \frac{N_p}{N_s} = \frac{V_{in}^{min}}{2(V_{out} + V_F)} \times M_{res}$$

Остальные расчетные соотношения, приводимые в типовых методиках разработки, остаются верными.

Список литературы

1. Huang Z. H. et al. Dynamic on-resistance stability of SiC and GaN power devices during high-frequency (100–300 kHz) hard switching and zero voltage switching operations /Microelectronics Reliability. – 2023. – Т. 145. – С. 114983.
2. Steigerwald R. L. A comparison of half-bridge resonant converter topologies /IEEE transactions on Power Electronics. – 1988. – Т. 3. – №. 2. – С. 174-182.
3. Hangseok Choi, Ph. D Half-Bridge LLC Resonant Converter Design Using FSFR-Series Fairchild Power Switch (FPS™) (AN-4151 rev. 1.0.2) – 12014
4. Huang H. Designing an LLC resonant half-bridge power converter /2010 Texas Instruments Power Supply Design Seminar, SEM1900, Topic. – Dallas, TX, USA: Texas Instruments Incorporated, 2010. – Т. 3. – С. 2010-2011.

5. Fang X. et al. Efficiency-oriented optimal design of the LLC resonant converter based on peak gain placement /IEEE Transactions on Power Electronics. – 2012. – Т. 28. – №. 5. – С. 2285-2296.

6. Lu B. et al. Optimal design methodology for LLC resonant converter /Twenty-First Annual IEEE Applied Power Electronics Conference and Exposition, 2006. APEC'06. – IEEE, 2006. – С. 6 pp.

ВЕТЕРИНАРНЫЕ НАУКИ

УДК 619

ОСОБЕННОСТИ ЦИТОЛОГИЧЕСКОЙ ДИАГНОСТИКИ СЕМИНОМЫ У СОБАКИ НА ПРИМЕРЕ КЛИНИЧЕСКОГО СЛУЧАЯ

Семенкович Олеся Васильевна

аспирант

Научный руководитель: Складнева Евгения Юрьевна,

д.в.н., доцент

ФГБОУ ВО «Хакасский государственный университет им. Н. Ф. Катанова»,
город Абакан

***Аннотация.** Исследование описывает цитологические особенности семиномы у собаки на примере клинического случая, сравнивая диагностическую ценность мазков-отпечатков и тонкоигольной неаспирационной биопсии. Установлено, что неаспирационная тонкоигольная биопсия значительно превосходит мазки-отпечатки в сохранении хрупких клеток семиномы, что критически важно для точной диагностики и понимания агрессивных цитоморфологических признаков при низком метастатическом потенциале.*

This study describes the cytological features of canine seminoma using a clinical case, comparing the diagnostic value of imprint smears and fine-needle non-aspirational biopsy from excisional material. It was found that non-aspirational fine-needle biopsy significantly outperforms imprint smears in preserving the fragile cells of seminoma, which is critically important for accurate diagnosis and understanding aggressive cytomorphological features despite a low metastatic potential.

Ключевые слова: собаки, семинома, цитологическая диагностика, тонкоигольная неаспирационная биопсия, мазки-отпечатки, семенники

Keywords: dogs, seminoma, cytological diagnostics, fine-needle non-

aspirational biopsy, imprint smears, testicles

Тестикулярные неоплазии составляют до 27% всех опухолей и более 90% поражений репродуктивной системы интактных кобелей [1]. Второе по частоте место среди них занимают герминогенные опухоли – семиномы (32–40%) [2], манифестирующие преимущественно у животных 10–11 лет (крайне редко — до 5–6 лет) [2, 3]. Породная предрасположенность зафиксирована у боксеров, немецких овчарок, ретриверов, спаниелей, колли, шелти, фокстерьеров, борзых и элкхаундов [2, 4], при этом риск развития диффузных форм наиболее высок у боксеров, фокстерьеров, хаски и шарпланинцев [3].

Несмотря на низкий метастатический потенциал (по разным данным 5–15%) [2, 3, 6], морфологически опухоль часто характеризуется яркими признаками злокачественности, проявляющимися ядерно-клеточным плеоморфизмом и высокой пролиферативной активностью [5]. В случае диссеминации процесса поражаются преимущественно регионарные лимфатические узлы, хотя описаны случаи метастазирования во внутренние органы [3, 6]. Орхиэктомия в большинстве случаев является достаточной терапевтической мерой [7].

Окончательная верификация диагноза требует обязательного морфологического подтверждения. Особую клиническую ценность представляет цитологический метод, отличающийся высокой оперативностью и экономической доступностью [8]. Учитывая высокую хрупкость клеток семиномы, выбор метода получения материала для цитологического исследования критически влияет на сохранность диагностически значимых структур, что требует детального изучения и сравнения техник пробоподготовки [9].

Цель исследования — изучить особенности цитологической картины семиномы у собаки на примере клинического случая, а также провести сравнительную оценку диагностической ценности микропрепаратов, полученных методами мазков-отпечатков и тонкоигольной неаспирационной биопсии.

Объектом исследования послужил 11-летний кобель таксы с абдоминальной болью. Ультразвуковое исследование выявило крупное солидное образование селезенки (6,88 × 5,51 см) с нарушением целостности капсулы, солидное

гипоэхогенное новообразование правого семенника ($1,35 \times 0,77$ см), гемабдомен и простатомегалию. Ввиду мультифокального неопластического процесса и тяжелого состояния, выполнены экстренная спленэктомия и билатеральная орхиэктомия; цитологическое исследование проводилось на эксцизионном материале семенника.

Для верификации диагноза и сравнительной оценки качества диагностического материала использовались две методики получения мазков:

- метод мазков-отпечатков: после продольного разреза производились серийные отпечатки новообразования на предметные стекла;
- метод тонкоигольной не аспирационной биопсии: забор материала осуществлялся стерильной иглой 22G путем многократного пунктирования толщи новообразования с последующим выдуванием с помощью шприца содержимого иглы на предметное стекло и его равномерного распределения.

Все полученные препараты высушивались и окрашивались по Романовскому в модификации Лейшмана. Микроскопия проводилась при увеличениях 100х, 400х и 1000х.

В ходе исследования проводилась сравнительная оценка качества мазков: оценивалась клеточность, сохранность морфологии (соотношение интактных клеток по отношению к разрушенным) и чистота фона (наличие форменных элементов крови и белкового детрита).

Диагностические параметры клеток (ядерно-цитоплазматическое соотношение, структура хроматина, наличие нуклеол, митотическая активность) оценивались согласно стандартным критериям цитопатологии неоплазий семенников у собак. Критерием постановки диагноза являлось выявления скоплений клеток герминогенного эпителия.

После орхиэктомии правый семенник имел размеры $30,24 \times 20,05 \times 16,1$ мм, с ровной поверхностью и частично утраченной структурой паренхимы, зернистой, серо-белого цвета (рис. 1 А). На разрезе визуализировано солидное новообразование диаметром $12,3 \times 9,04$ мм упруго твердой консистенции с гладкой блестящей поверхностью (рис. 1 Б).

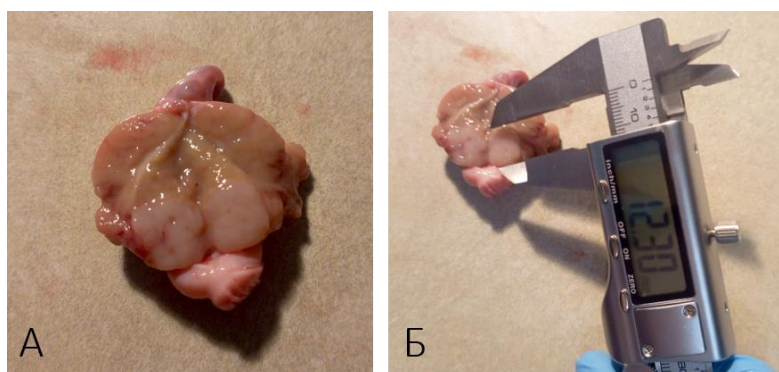


Рис. 1 - Макрокартина новообразования правого семенника 11-летнего кобеля породы такса: А – паренхима семенника, частично замещенная новообразованием, Б – продольный размер новообразования

При анализе препаратов, полученных методом мазков-отпечатков, наблюдалась высокая клеточность, однако отмечались сдавления клеток и разрушения ядерных структур, толщина мазка часто позволяла оценить структуру клеток только по периферии, где мазок был более тонким (рис. 2А).

Препараты, полученные методом неаспирационной тонокоигольной биопсии, продемонстрировали лучшую сохранность морфологии отдельных клеток, более четкую визуализацию ядерных и цитоплазматических деталей, а также меньшее количество артефактов сдавления, что способствовало более точной оценке клеточных параметров (рис. 2Б).

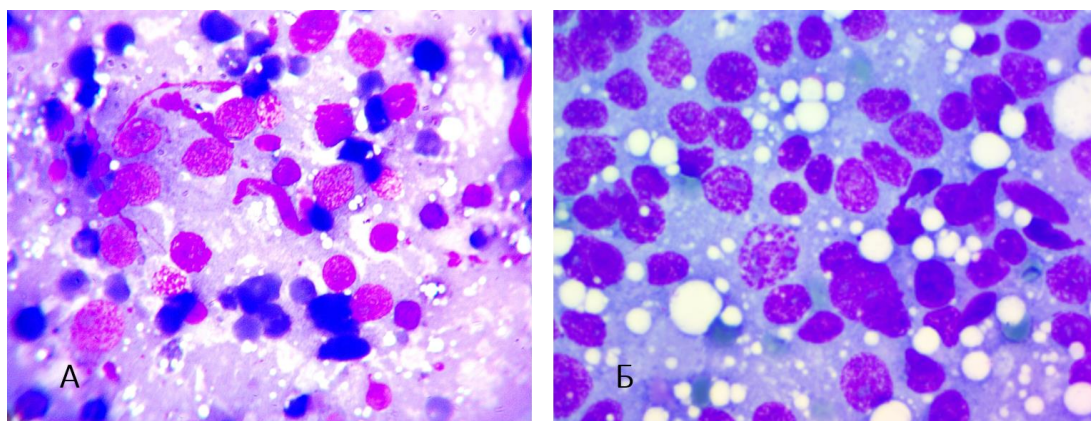


Рис. 2. Микрокартина семиномы правого семенника 11-летнего кобеля таксы (x1000): А – фото препарата, полученного методом мазков-отпечатков, Б – фото препарата, полученного тонкоигольной неаспирационной биопсией

Цитологический анализ мазков-отпечатков и тонкоигольных биоптатов из правого семенника показал высокую клеточность. Основной клеточный компонент представлен разрозненно расположенными круглыми крупными клетками с крупными округлыми ядрами и гигантскими одиночными или множественным (2-3) нуклеолами. Хроматин неравномерно глыбчатый. Цитоплазма клеток скудная, умеренно базофильная, содержит крупные нечеткие вакуоли. Митозы множественные (3-4 в поле зрения, при увеличении 400X), встречаются атипичные. Фон препарата представлен эозинофильным веществом, каплями жира, и голоядерными клетками (рис. 2).

На основании комплекса выявленных цитоморфологических признаков установлен цитологический диагноз – семинома.

Новообразование в селезенке по результатам морфологического исследования было самостоятельной неоплазией и не являлось метастазом семиномы.

Выводы:

1. Представленный клинический случай кобеля таксы демонстрирует важность рутинного ультразвукового исследования у интактных кобелей.

2. Цитологическими критериями постановки диагноза семинома является выявление скоплений дискретных клеток герминогенного эпителия, среднего и/или крупного размера, округлой формы с высоким ядерно-цитоплазматическим соотношением, крупным округлым ядром, занимающим большую часть клетки, с сетчатым или грубым хроматином и часто встречающимися митозами и скудной базофильной цитоплазмой без каких-либо специфических структур. На фоне часто обнаруживаются сперматозоиды.

3. Проведенное сравнение методов получения цитологического материала подчеркивает преимущества тонкоигольной неаспирационной биопсии для диагностики семином, что связано с хрупкостью данных клеток.

4. Несмотря на наличие выраженных признаков злокачественности (атипичные митозы, ядерный плеоморфизм), признаков метастазирования выявлено не было. Объемное образование селезенки не являлось метастатическим. Таким образом, хирургическая эксцизия, вероятно, явилась достаточной

терапевтической мерой относительно семиномы.

5. Цитологическая диагностика, при правильном заборе материала и интерпретации, позволяет быстро и с высокой точностью поставить диагноз семиномы.

Список литературы

1. Grieco, V. Testicular tumours in dogs: an epidemiological, morphological and immunohistochemical study / V. Grieco, E. Riccardi, G. Scola [et al.] / *Journal of Comparative Pathology*. – 2008. – Vol. 138, № 2-3. – P. 146–151.

2. Ramesh, A. Testicular neoplasms in dogs: A retrospective study of 115 cases (2015–2024) / A. Ramesh, K. S. Prasanna, N. D. Nair [et al.] / *Veterinary Pathology*. – 2025. – Vol. 62, № 1. – P. 45–52.

3. Janevski, A. Morphological and immunohistochemical characteristics of canine diffuse seminomas / A. Janevski, M. Jovanović, D. Marinković [et al.] / *Acta Veterinaria-Beograd*. – 2025. – Vol. 75, № 1. – P. 112–125.

4. Maxie, G. M. Jubb, Kennedy & Palmer's Pathology of Domestic Animals / G. M. Maxie. – 6th ed. – St. Louis: Elsevier, 2016. – Vol. 3. – 2508 p.

5. Masserdotti, C. Cytological diagnosis of canine testicular tumours: a retrospective study of 63 cases / C. Masserdotti, L. Bonfanti, F. De Lorenzi [et al.] / *Veterinary Clinical Pathology*. – 2005. – Vol. 34, № 4. – P. 351–356.

6. HogenEsch, H. Metastatic canine seminoma: a case report and review of the literature / H. HogenEsch, M. A. Miller, J. Ramos-Vara / *Veterinary Pathology*. – 1987. – Vol. 24, № 3. – P. 278–280.

7. Padaliya, N. R. Surgical management of testicular tumors in dogs: A review of 15 cases / N. R. Padaliya, P. V. Parikh, D. N. Kelawala [et al.] / *Indian Journal of Veterinary Sciences and Biotechnology*. – 2023. – Vol. 19, № 2. – P. 88–92.

8. Raskin, R. E. Canine and Feline Cytology: A Color Atlas and Interpretation Guide / R. E. Raskin, D. J. Meyer. – 4th ed. – St. Louis: Elsevier, 2023. – 548 p.

9. Шабанов, М. Э. Ошибки и артефакты при цитологическом исследовании опухолей: методические рекомендации / М. Э. Шабанов, Т. А. Джангирова. – М.: Профиль, 2019. – 86 с.

ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

УДК 004.85

ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ МАШИННОГО ОБУЧЕНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ОТЧИСЛЕНИЯ СТУДЕНТОВ

Тимофеева Анна Михайловна

магистрант

Научный руководитель: Деменкова Екатерина Алексеевна,

к.т.н., доцент

ФГАОУ ВО «Северный (Арктический) федеральный университет

имени М. В. Ломоносова»,

г. Архангельск

***Аннотация.** Рассмотрено применение методов машинного обучения для анализа и прогнозирования отчисления студентов. Выполнены предобработка данных, классификация факта отчисления, регрессия курса отчисления и кластеризация. Среди сравниваемых классификаторов наилучшие значения метрик показал случайный лес: accuracy 0,997, recall 1,000 и ROC-AUC 0,999. В задаче регрессии для случайного леса получено $R^2 = 0,914$. Кластеризация позволила выделить три группы студентов с различающимися академическими характеристиками. Отдельно рассмотрены ограничения, связанные с моментом формирования признаков и возможностью применения моделей для раннего выявления группы риска.*

The study examines the use of machine learning methods for student dropout analysis and prediction. Data preprocessing, dropout classification, dropout-course regression and clustering were performed. Among the compared classifiers, random forest achieved the highest reported metrics: accuracy 0.997, recall 1.000 and ROC-AUC 0.999. In the regression task, random forest achieved $R^2 = 0.914$. Clustering identified three groups of students with different academic characteristics. Particular attention is paid to limitations related to feature availability over time and the use of the models for early risk detection.

Ключевые слова: машинное обучение, отчисление студентов, образовательная аналитика, классификация, случайный лес, регрессия, кластеризация

Keywords: machine learning, student dropout, educational analytics, classification, random forest, regression, clustering

Прогнозирование отчисления студентов является одной из задач образовательной аналитики. Раннее выявление случаев повышенного риска позволяет использовать данные об успеваемости, посещаемости и академических задолженностях для адресной поддержки студентов. При этом практическая ценность модели определяется не только качеством классификации, но и тем, какие признаки доступны на момент принятия решения.

Цель исследования – оценить возможности методов машинного обучения для анализа отчисления студентов и определить ограничения их практического применения. Для достижения цели выполнены подготовка данных, построение моделей классификации и регрессии, а также кластеризация наблюдений для выделения групп со сходными характеристиками.

Исследуемая выборка включает 10 000 наблюдений и 19 исходных параметров. В неё входят социально-демографические характеристики, сведения об условиях проживания и льготах, вступительный балл, средняя успеваемость, количество пропусков и академических задолженностей, оценки по курсам обучения, а также две целевые переменные: факт отчисления и курс, на котором оно произошло. В выборке 3828 наблюдений относятся к отчисленным студентам, то есть доля положительного класса составляет около 38,3 %. Это соотношение характеризует только рассматриваемую выборку и не должно интерпретироваться как оценка распространённости отчислений в образовательных организациях в целом.

На этапе предобработки проверялись дубликаты и пропущенные значения. Дубликаты не обнаружены. Пропуски в числовых признаках заполнялись медианными значениями, для категориальных переменных использовалось заполнение модой. Выбросы определялись с помощью межквартильного размаха и ограничивались соответствующими границами. Числовые признаки

масштабировались методом StandardScaler, категориальные кодировались методом One-Hot Encoding. Для реализации преобразований и моделей использовались инструменты библиотеки scikit-learn [1].

Разведочный анализ показал, что более низкая средняя успеваемость связана с фактом отчисления в отрицательном направлении, тогда как задолженности и пропуски занятий демонстрируют положительную связь с целевой переменной. Эти наблюдения позволяют рассматривать академическую успеваемость и вовлечённость в учебный процесс как информативные признаки, однако сами по себе корреляционные зависимости не подтверждают причинное влияние.

Для регрессии использовалась целевая переменная, соответствующая курсу отчисления. В анализ включались только наблюдения, для которых курс отчисления был указан. Выборка разделялась на обучающую и тестовую части в соотношении 80:20. Сравнивались линейная регрессия, случайный лес и метод опорных векторов для регрессии (SVR). Качество оценивалось по MAE, RMSE и коэффициенту детерминации R^2 .

В задаче классификации целевой переменной являлся факт отчисления. Сравнивались логистическая регрессия, случайный лес и метод опорных векторов (SVC). Для оценки использовались accuracy, precision, recall, F1-мера и ROC-AUC. Случайный лес представляет ансамбль решающих деревьев, в котором случайный выбор объектов и признаков используется для уменьшения зависимости результата от отдельного дерева [2]. Значения метрик классификации приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Результаты сравнения моделей классификации

Модель	Асс	Prec	Rec	F1	AUC
Логистическая регрессия	0,630	0,567	0,144	0,229	0,602
Случайный лес	0,997	0,991	1,000	0,995	0,999
Метод опорных векторов	0,617	0,000	0,000	0,000	0,544

По представленным метрикам случайный лес имеет наиболее высокие

значения среди сравниваемых моделей. Для него ассигасу составляет 0,997, precision – 0,991, recall – 1,000, F1 – 0,995, ROC-AUC – 0,999. Логистическая регрессия при ассигасу 0,630 имеет низкую полноту 0,144, поэтому выявляет лишь небольшую часть положительного класса. В использованной настройке SVC не сформировал положительных прогнозов, вследствие чего precision, recall и F1 равны нулю.

В регрессионной задаче наилучший результат также показал случайный лес: коэффициент детерминации R^2 составил 0,914, а средняя ошибка была менее 0,1 курса. При интерпретации необходимо учитывать, что регрессия решает отдельную задачу – оценивает курс события среди уже отчисленных студентов – и не заменяет модель, определяющую сам факт отчисления.

Для дополнительного анализа структуры данных применялись KMeans и агломеративная кластеризация с числом кластеров, равным трём. Перед кластеризацией признаки стандартизировались, а для двумерной визуализации использовался метод главных компонент (PCA). Полученные разбиения представлены на рисунке 1.

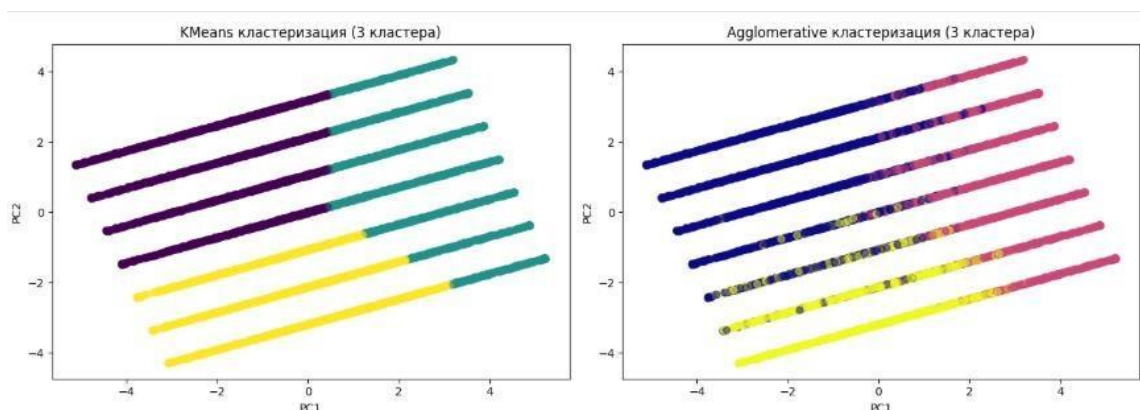


Рисунок 1 – Результаты кластеризации методом KMeans и агломеративным методом в пространстве первых двух главных компонент

Оба алгоритма формируют три группы наблюдений. Содержательная интерпретация выделяет группу с более выраженными учебными трудностями, группу с благополучными академическими показателями и промежуточную группу. Такое разбиение может использоваться как инструмент сегментации, однако визуальное разделение в двумерной проекции не является самостоятельным

доказательством существования трёх устойчивых типов студентов. Для подтверждения структуры необходимы дополнительные показатели качества и устойчивости кластеризации.

При переносе результатов в систему раннего предупреждения необходимо учитывать временную доступность признаков. В исходном наборе присутствуют оценки за несколько курсов обучения. Показатели третьего и четвёртого курсов не могут быть использованы для прогноза риска на первом курсе, поскольку становятся известны значительно позже. Поэтому полученные результаты в первую очередь характеризуют возможности моделей при ретроспективном анализе. Для раннего прогнозирования следует формировать отдельный набор признаков, доступных к выбранному моменту времени.

Отдельное требование связано с порядком предобработки. Параметры заполнения пропусков, масштабирования и кодирования категориальных признаков должны определяться только по обучающей выборке и затем применяться к тестовой. Использование единого Pipeline снижает риск утечки информации между этапами подготовки и оценки модели [3]. Кроме того, качество модели необходимо проверять на новых данных, отличающихся от тех, которые использовались при разработке.

Практическое применение модели может заключаться в формировании списка студентов, которым требуется дополнительное внимание куратора или учебного подразделения. Прогноз в таком случае следует использовать как сигнал для последующей проверки, а не как автоматическое основание для решения в отношении конкретного студента. Комбинация классификации, регрессии и кластеризации позволяет рассматривать задачу с разных сторон: определить вероятность события, оценить возможный момент его наступления и выделить группы со сходными характеристиками.

Методы машинного обучения позволяют выявлять закономерности, связанные с отчислением студентов, и могут применяться в задачах образовательной аналитики. На рассматриваемой выборке наилучшие результаты классификации и регрессии показал случайный лес. Вместе с тем высокие значения

метрик не устраняют требований к корректному формированию признаков, исключению утечки данных и независимой проверке качества. Дальнейшее развитие подхода целесообразно связывать с моделями раннего прогнозирования, использующими только сведения, доступные на конкретном этапе обучения.

Список литературы

1. Pedregosa F., Varoquaux G., Gramfort A. et al. Scikit-learn: Machine Learning in Python / Journal of Machine Learning Research. 2011. Vol. 12. P. 2825–2830.
2. Breiman L. Random Forests / Machine Learning. 2001. Vol. 45. P. 5–32. DOI: 10.1023/A:1010933404324.
3. Common pitfalls and recommended practices [Электронный ресурс] / Scikit-learn documentation. URL: https://scikit-learn.org/stable/common_pitfalls.html (дата обращения: 17.09.2026).

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

УДК 37.013

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ПОВЕДЕНЧЕСКОЙ МОДЕЛИ DISC В НАСТАВНИЧЕСТВЕ МОЛОДЫХ ПЕДАГОГОВ

Четина Вероника Васильевна

учитель математики и информатики

МАОУ гимназия №18,

город Нижний Тагил, Свердловская область

***Аннотация.** В статье рассматривается возможность применения четырехфакторной поведенческой модели DISC для повышения эффективности наставничества молодых педагогов. Анализируются особенности взаимодействия в различных типологических парах «наставник — молодой педагог», предлагаются практические рекомендации по адаптации стиля наставничества к психологическим особенностям наставляемого.*

The article explores the potential of applying the four-factor behavioral DISC model to enhance the effectiveness of mentoring young teachers. It analyzes the specifics of interaction in various typological pairs «mentor — young teacher» and provides practical recommendations for adapting the mentoring style to the psychological characteristics of the mentee.

Ключевые слова: наставничество, модель DISC, взаимодействие «наставник — молодой педагог», поведенческие типы

Keywords: mentoring, DISC model, «mentor — young teacher» interaction

Проблема адаптации молодых специалистов в системе образования остается одной из наиболее острых в современной педагогической практике. Как показывают исследования, основной проблемой начинающих педагогов является не отсутствие предметных знаний, а несформированность методических и

коммуникативных компетенций [4]. В этих условиях институт наставничества приобретает особую значимость как механизм передачи профессионального опыта и психолого-педагогического сопровождения начинающих учителей [5].

Однако эффективность наставничества зависит не только от профессионального опыта наставника, но и от его способности выстраивать взаимодействие с учетом индивидуальных особенностей наставляемого. Одним из инструментов, позволяющих решить эту задачу, является поведенческая модель DISC, которая дает возможность понять базовые поведенческие паттерны и адаптировать стиль общения и передачи опыта [1].

Модель DiSC выделяет четыре базовых поведенческих типа:

D (Dominance — Доминирование): ориентация на результат, скорость, контроль; прямолинейность в общении; стремление к лидерству.

I (Influence — Влияние): ориентация на общение и вдохновение; эмоциональность; креативность; потребность в признании.

S (Steadiness — Стабильность): ориентация на стабильность и поддержку; надежность; избегание конфликтов; потребность в безопасности.

C (Conscientiousness — Добросовестность): ориентация на точность и факты; системность; высокие стандарты; потребность в четких критериях.

Как отмечает исследование, проведенное среди педагогов, тип личности наставляемого существенно влияет на его восприятие обратной связи и готовность применять полученные рекомендации в своей практике: «D и I стили активны и склонны применять обратную связь умеренно или сильно, тогда как S и C стили в основном пассивны с тенденцией применять обратную связь умеренно или слабо» [3].

Это принципиальное наблюдение определяет необходимость дифференцированного подхода к организации наставничества в зависимости от поведенческого типа молодого педагога.

Результаты исследований подтверждают, что поведенческая совместимость в диаде «наставник — наставляемый» влияет на ключевые показатели профессиональной адаптации молодого педагога. В частности, комбинация «C

(наставник) — S (молодой педагог)» показала сниженный уровень организационной вовлеченности наставляемого, тогда как пары с более гармоничным сочетанием типов демонстрировали более высокую удовлетворенность работой [8].

Это свидетельствует о необходимости не только формального закрепления наставников за молодыми педагогами, но и учета поведенческих особенностей обеих сторон при формировании наставнических пар. Приведем некоторые особенности взаимодействия в различных типологических парах.

С-С (наставник-аналитик — молодой-аналитик). В этой паре оба участника ценят точность, факты и системность. Однако существует риск «паралича анализа» — бесконечного обсуждения деталей без перехода к действиям. Для эффективного взаимодействия наставнику рекомендуется: ограничивать время анализа («три факта — одно действие»)? добавлять признание интеллекта в обратную связь («твой алгоритм был логичным»); вводить правило «достаточно хорошо» вместо «идеально» [6].

С-S (наставник-аналитик — молодой-стабильный). Ключевая проблема — эмоциональный дисбаланс: наставник говорит сухо и по фактам, молодой педагог ждет поддержки и внимания. Рекомендуемая стратегия: начинать обратную связь с признания усилий, давать не более 1-2 советов за встречу; критиковать только наедине и в мягкой форме, всегда завершать обратную связь поддержкой [7].

С-I (наставник-аналитик — молодой-влиятельный). Конфликт между потребностью наставника в точности и потребностью молодого в эмоциональной поддержке и свободе. Стратегия: использовать технику «алгоритм + полет» (жесткая структура со свободой творчества внутри); обязательно публично хвалить за достижения, давать обратную связь в формате «похвала + факты + вдохновение».

С-D (наставник-аналитик — молодой-доминирующий). Потенциально конфликтная пара из-за борьбы за лидерство. Наставнику рекомендуется: говорить максимально коротко и по делу, давать выбор («есть два способа — какой твой?»); использовать соревновательные форматы для мотивации; признавать,

когда молодой D предлагает лучшее решение.

S-I (наставник-стабильный — молодой-влиятельный). Наиболее сложный случай с точки зрения адаптации: наставнику нужно сознательно ускориться и добавлять эмоциональность. Стратегия: использовать технику «берега для реки» (структура + свобода); публично хвалить молодого; создавать «копилку идей» для сохранения креативности без потери фокуса; обязательно интересоваться состоянием молодого педагога.

S-S (наставник-стабильный — молодой-стабильный). Комфортная, но рискованная пара — оба склонны избегать трудных разговоров. Наставнику необходимо: сознательно выходить из зоны комфорта; устанавливать правило «безопасной правды»; использовать технику «шаг за шагом» для снижения тревожности; не избегать конфликтов, но вести их мягко.

S-C (наставник-стабильный — молодой-аналитик). Пара требует баланса между теплом наставника и точностью наставляемого. Рекомендуется: использовать технику «мягкий алгоритм» (письменные алгоритмы в форме приглашения); добавлять человеческое тепло к фактам, быть готовым к паузам и тишине как инструменту уважения темпа.

I-S (наставник-влиятельный — молодой-стабильный) и I-C (наставник-влиятельный — молодой-аналитик). В этих парах наставнику необходимо сознательно снижать темп, добавлять структуру и факты, давать пространство для размышления без эмоционального давления.

Для практической реализации модели DISC в наставничестве могут быть использованы: экспресс-опросник для диагностики поведенческого типа наставника и наставляемого; чек-листы диагностики поведенческих компетенций, которые позволяют оценить готовность молодого педагога к самостоятельной работе по ключевым показателям: планирование, доверительность в общении, аргументация, инициативность, ориентация на результат [1].

Анализ практического опыта и научных исследований позволяет сформулировать следующие принципы.

Осознанность собственного стиля. Наставник должен понимать свои

поведенческие особенности, сильные стороны и зоны риска. Как отмечается в исследовании, посвященном лидерству С-стиля, «эффективность руководства определяется не наличием «правильного» стиля, а осознанностью, адаптивностью и намерением» [2].

Гибкость в коммуникации. «Когда лидеры не адаптируют стиль общения намеренно, команды не просто недопонимают — они начинают неверно интерпретировать намерения, терять доверие и разрушать согласованность» [2].

Индивидуализация обратной связи. Как показывают исследования, способность наставляемого воспринимать и применять обратную связь напрямую связана с его поведенческим типом [3]. Это требует дифференцированного подхода к формату и содержанию обратной связи.

Учет потребностей наставляемого. Наставнику необходимо понимать, что для разных типов важны разные аспекты взаимодействия: для D — четкость и результат, для I — признание и эмоциональная поддержка, для S — безопасность и стабильность, для C — точность и логика.

Баланс между профессиональным ростом и психологическим комфортом. Как отмечается в исследовании эмпатии в наставничестве, когнитивный и аффективный компоненты эмпатии наставника связаны с различными аспектами эффективности наставничества, включая профессионализм и межличностный интеллект [7].

Применение поведенческой модели DISC в наставничестве молодых педагогов открывает новые возможности для повышения эффективности этого процесса. Учет поведенческих особенностей наставляемого позволяет наставнику адаптировать стиль общения и передачи опыта, создавая условия для более успешной профессиональной адаптации начинающего педагога.

Особенно актуальным это становится в контексте современных требований к системе наставничества, где «наставник должен обладать профессиональным опытом, набором личностных качеств и желанием помочь начинающему педагогу в восполнении образовательных дефицитов» [5].

Предложенные в статье рекомендации могут быть использованы как в

практической работе наставников, так и при разработке программ профессионального развития педагогических кадров в образовательных организациях.

Список литературы

1. Егорова.И. Технологический дискурс повышения уровня профессиональных компетенций педагога / Гуманитарные исследования Центральной России. 2021. №1 (18). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/tehnologicheskiiy-diskurs-povysheniya-urovnya-professionalnyh-kompetentsiy-pedagoga> (дата обращения: 18.05.2026).
2. Mastering C-Style Leadership for Effective Communication / LinkedIn, 2026.
3. Javahery P., Kamali J. Teachers' personality types and their attitude toward receiving and employing postobservation feedback / Psychology in the Schools, 2023. Vol. 60, pp. 3073–3089.
4. Базарнова Н. Д., Беляева Т.К., Фефелова О. Е. Анализ эффективных практик наставничества молодых учителей в школе / Проблемы современного педагогического образования. 2024. №85-1. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/analiz-effektivnyh-praktik-nastavnichestva-molodyh-uchiteley-v-shkole> (дата обращения: 10.09.2025).
5. Нугуманова Л. Н., Шамсутдинова Л. П., Фатхуллина Л. З. Особенности выстраивания взаимодействия в диаде «наставник — молодой педагог» с позиции наставника / Нижегородское образование. 2024. №4. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-vystraivaniya-vzaimodeystviya-v-diade-nastavnik-molodoy-pedagog-s-pozitsii-nastavnika> (дата обращения: 25.12.2025).
6. Чагина А.В., Максименко А. А., Крюкова Т. Л. Активное наставничество и эмпатия российских учителей / Теоретическая и экспериментальная психология, 2024.
8. Ким С. Ю., Различия организационной вовлеченности и удовлетворенности работой начинающих учителей в зависимости от поведенческих типов наставников и наставляемых / Азиатское образование, 2011.

**«НАУЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО:
РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ОТКРЫТИЙ»
XXI Международная научно-практическая конференция**
Научное издание

ООО «НИЦ ЭСП» в ЮФО
(Подразделение НИЦ «Иннова»)
353445, Россия, Краснодарский край, г.-к. Анапа,
ул. Весенняя, 8, оф. 1
Тел.: 8-800-201-62-45; 8 (861) 333-44-82

Подписано в печать 18.09.2026 г. Формат 60х84/16. Усл. печ. л. 3,43
Бумага офсетная. Печать: цифровая. Гарнитура шрифта: Times New Roman
Тираж 50 экз. Заказ 146.