

Сборник научных статей
по итогам работы
Международного научного форума

НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА

Москва 2026

Коллектив авторов

Сборник научных статей по итогам работы
Международного научного форума
**НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ:
ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА**

Москва, 2026

УДК 330

ББК 65

С56



Сборник научных статей по итогам работы Международного научного форума НАУЧНЫЙ ДИАЛОГ: ТЕОРИЯ И ПРАКТИКА (г. Москва, 16 июля 2026 г.). / Отв. ред. Д. Р. Хисматуллин. — Москва: Издательство Инфинити, 2026. — 190 с.

У67

DOI 10.34660/INF.2026.56.89.041

Сборник материалов включает в себя доклады российских и зарубежных участников, предметом обсуждения которых стали научные тенденции развития, новые научные и прикладные решения в различных областях науки.

Предназначено для научных работников, преподавателей, студентов и аспирантов вузов, государственных и муниципальных служащих.

Все статьи, представленные в сборнике, проходят процедуру рецензирования. Рецензирование осуществляется членами редакционной коллегии и приглашенными экспертами по соответствующим научным направлениям.

УДК 330

ББК 65

DOI 10.34660/INF.2026.56.89.041

© Издательство Инфинити, 2026

© Коллектив авторов, 2026

СОДЕРЖАНИЕ

БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Новые и малочисленные виды птиц Восточной Сибири (вторая половина XX – начало XXI столетий). Воробьиные (Вьюрковые-Овсянковые)

Мельников Юрий Иванович 7

МЕДИЦИНСКИЕ НАУКИ

Аналитический обзор: синдром избыточного бактериального роста в клинической практике

Мараховский Юрий Харитонович, Карасева Г. А. 29

Соотношение частного (онкологический аспект) и общего, – при рассмотрении гипотетического механизма вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции (вПОТ-механизма) отдельного эпитопа

Дейчман Александр Маркусович, Михайлова Ирина Николаевна. 54

ТЕХНИЧЕСКИЕ НАУКИ

Малые языковые модели как инструмент создания ресурсно-эффективных прикладных систем искусственного интеллекта

Мокрушина Анастасия Сергеевна. 99

Оптические и морфологические трансформации хлорзамещённого гибридного органо-неорганического перовскита после модификации арил- и алкиламмониевыми катионами в малых количествах

Будник Валерия Сергеевна 104

Особенности морфологии гибридных органо-неорганических перовскитов различной толщины

Будник Валерия Сергеевна, Степанов Андрей Анатольевич 110

ЭКОНОМИЧЕСКИЕ НАУКИ

Методология экономического анализа выделения устойчивых изменяемых компонентов рабочего капитала в условиях серийного многономенклатурного производства

Форкунов Никита Павлович 119

ЮРИДИЧЕСКИЕ НАУКИ

Национализм как угроза планетарного масштаба (на примете Соединенных Штатов Америки) <i>Овчинников Олег Анатольевич</i>	126
Законодательная база репрессивной политики в отношении политических преступников и заключённых <i>Леушканова София Михайловна</i>	136
Концепция законных ожиданий в спорах о защите прав иностранного инвестора <i>Кушнир Жанна Михайловна</i>	143

ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

К вопросу о методике преподавания темы о ценностях российской цивилизации в рамках курса «Основы российской государственности» <i>Галкин Валерий Терентьевич</i>	152
Оптимизация инженерного, естественно-научного и математического образования в современной образовательной организации <i>Попова Елена Александровна</i>	156
Медиаграмотность как условие успешной социализации подростков в цифровой среде: синтез теории М. Маклюэна и педагогических моделей А. В. Шарикова <i>Морозов Демид Вячеславович, Фомин Андрей Сергеевич, Лукьянчикова Мария Андреевна</i>	164

ФИЛОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Образ вечного странника в романе Метьюрина “Мельмот-Скиталец” <i>Романчук Любовь Анатольевна, Дябина Владислава Николаевна</i>	171
---	-----

DOI 10.34660/INF.2026.51.73.186

НОВЫЕ И МАЛОЧИСЛЕННЫЕ ВИДЫ ПТИЦ ВОСТОЧНОЙ СИБИРИ (ВТОРАЯ ПОЛОВИНА XX – НАЧАЛО XXI СТОЛЕТИЙ). ВОРОБЬИНЫЕ (ВЬЮРКОВЫЕ-ОВСЯНКОВЫЕ)

Мельников Юрий Иванович

*кандидат биологических наук, старший научный сотрудник
Байкальский музей Сибирского отделения Российской академии
наук, Иркутская обл., пос. Листвянка, Россия*

Аннотация. На основе многолетних наблюдений (1965–2026 гг.) приводятся сведения об очень редких и малочисленных видах птиц Восточной Сибири. В связи с сильным потеплением климата многие из них изменили свой статус и стали более обычными видами. В то же время часть птиц практически исчезла с прежних территорий своего обитания. Причины этого не всегда понятны. Для того, чтобы провести детальный анализ необходимо собрать все сведения о таких видах, разрозненные по отдельным публикациям. Это позволяет выделить разные группы птиц по однотипности реакций на одни и те же факторы и выявить их специфические реакции на ведущие факторы среды. Только после этого возможен более детальный анализ различных реакций птиц, позволяющий решить специальные вопросы динамики их ареалов, наблюдающейся в настоящее время. В связи с этим, представленные материалы имеют большое значение для организации дальнейших орнитологических исследований в узловых районах крупных климатических перестроек.

Ключевые слова: Восточная Сибирь, динамика климата, воробьиные птицы, особенности распространения.

Введение. Начиная со второй половины XX столетия, в Восточной Сибири резко усилилось потепление климата. Причиной этого являлось резкое повышение солнечной активности [43, 44] и сопутствующие ей очень сильные, часто повторяющиеся и обширные засухи, охватившие южные регионы Восточной Африки, Передней и Средней Азии [48]. В это время произошла смена широтного переноса воздушных масс на меридиональный перенос, сконцентрировавший воздушные потоки на границе суша-вода. Поэтому

в пределах Евразии наблюдалось резкое ослабление воздушных потоков внутри материка. Особенно сильное влияние это оказало на Восточную Сибирь, поскольку многие ее внутренние районы, ограниченные горными хребтами, оказались в дождевой тени. Недостаток влаги вызвал сильный прогрев таких регионов и здесь потепление климата проявилось в максимальной степени. В первую очередь к таким регионам относится Забайкалье и прилегающие к нему районы [74]. Здесь потепление климата и сопутствующие ему явления проявились в наибольшей степени. Наиболее сильные и четкие реакции на происходящие изменения были выявлены у прибрежных птиц. Анализ их реакций позволяет считать их реперными видами, позволяющими уловить уже самые первые изменения в окружающей среде, когда еще значимых изменений в экосистемах не прослеживается. Многие виды воробьиных птиц начали реагировать на потепление только в настоящее время и именно с данной проблемой связана наша работа.

Материал и методика. Стационарные и экспедиционные работы, связанные с изучением особенностей распространения птиц, выполнялись автором на территории всей Восточной Сибири с 1965 по 2026 годы. Использовались стандартные методические подходы и методики, дополненные и доработанные в процессе проводимых исследований [58–60, 103].

Результаты. Многие виды редких и малочисленных воробьиных птиц сильно изменили свое распространение. Такие изменения не принято называть динамикой ареалов, поскольку система регулярной репродукции на новых территориях еще отсутствует. Однако массовое появление новых видов в несвойственных для них районах указывает на начальные процессы расселения птиц, обусловленные существенными изменениями среды. Для грамотного и полного анализа особенностей формирования новых участков ареалов необходимо детальное отслеживание сложившейся ситуации и анализ изменений в распространении птиц является первым этапом такой работы.

Зяблик *Fringilla coelebs*. Обычный вид Иркутской области, Бурятии и юга Забайкальского края [66]. Осваивает городскую среду и отмечен в г. Иркутск 12 октября 1987 г. [61]. Сейчас обычный гнездящийся вид городских озелененных города и встречается здесь постоянно. В Братском районе в светлохвойном лесу 16 июля 2021 г. отмечен поющий самец зяблика [90]. Отмечен 3 мая 2013 г. на берегу р. Окуихта (Казачинско-Ленский район) [78]. В то же время, он редок на весеннем пролете, но отмечается ежегодно в Витимском заповеднике. Осенью отмечен здесь только один раз – 25 сентября 1990 г. на кордоне Орон [21]. В Балаганском районе Иркутской области поющий самец отмечен 11 июля 2020 г. в верховьях р. Средний Ташкур [120]. В Забайкале первые встречи приходится на пос. Посольск (05 мая 1987 г. и 9–12 мая 1988 г.) и Гусиноозерскую котловину у оз. Щучье на окраине смешанного

леса 17 июня 1981 г. отмечена пара птиц этого вида [33]. В Верхне-Чарской котловине отмечен в 1975 г. [100]. В Забайкальском крае начал постоянно встречаться в периоды весенней миграции с 1992 г. в окрестностях Сохондинского заповедника [53]. На Торейских озерах в окрестностях с. Кулусутай впервые зарегистрирован 14 апреля 2010 г. В Амурской области в Муравьевском парке впервые отмечен 01 июня 2010 г. [30]. В настоящее время ареал охватывает весь юг Восточной Сибири. Несомненным является дальнейшее расширение его ареала к востоку.

Обыкновенная зеленушка *Chloris chloris*. Начала встречаться в Восточной Сибири с начала 80-х годов прошедшего столетия [39, 64]. В Зиминско-Куйтунской лесостепи (окрестности с. Уян) 26 сентября 1981 г. зарегистрировано несколько птиц этого вида [117]. Большая часть встреч этого вида приходится на осеннее-зимний период: 26 сентября 1981 г. (Зиминско-Куйтунская лесостепь), осенне-зимние сезоны 1987–1992 гг. (зарастающие отстойники г. Иркутск в предместье Марата), 24 февраля 2002 г. (долина р. Куда), 28 января 2007 г. (долина р. Ида у с. Морозово), а также наши осенне-зимние наблюдения в истоке р. Ангара в 2009–2020 гг. [39, 50, 63, 108, 99]. В гнездовой период известны летне-осенние встречи на отстойниках г. Иркутск в предместье Марата, поющий самец 24 мая 2006 г. на Капсальской горе (Эхирит-Булагатский район), апрель 2013–14 гг. токующие самцы в нижнем течении р. Каменушка (с. Листвянка), 3 июля 2014 г. выводок птиц этого вида в дендрологическом парке Байкальского музея СО РАН и 15–19 июля 2014 г. беспокоящиеся птица на окраине техучастка (исток р. Ангара) [50, 62–64, 108]. В г. Иркутск в 2022 г. зарегистрировано один или два случая успешного гнездования данного вида (выводки) [124]. В Тункинском районе у пос. Монды одна птица зарегистрирована 24 октября 2021 г. [121]. У кордона Амалык встречена 30 апреля 2015 г. [22]. Вероятно, это самая северная находка вида. Гнездится и зимует в верхнем Приангарье, но далее на восток ее продвижения не отмечено [39, 64]. Имеется залет в долину р. Иркут (Тункинский район) окрестности с. Монды 24 октября 2021 г. [36]. Однако, имеются указания на ее встречи в Забайкалье в Чикойском горно-таежном районе по рр. Букукун и Буреча, а также в Сохондинском заповеднике [52]. В то же время, здесь более вероятны находки китайской зеленушки. Эти наблюдения указывают, что в настоящее время обыкновенная зеленушка является редким гнездящимся видом Южного Предбайкалья.

Китайская зеленушка *Chloris sinica*. В Монголии встречается только в северо-восточной части страны, но обычна в восточном Китае [134–136]. Ранее была очень редким видом Юго-Восточного Забайкалья и встречалась на гнездовании и пролете в Даурском заповеднике [29]. В настоящее время обычная птица березовых рощ и сел данного региона [17]. Самые западные

находки этого вида зарегистрированы на окраине г. Чита [40]. Имеются залеты в Селенгинское среднегорье в долине р. Уда (Хоринский район) 28 мая 2020 г.с. Додогол, а также в с. Бичура в марте 2010 г. [36]. Впервые отмечен залет этого вида на север Восточной Сибири. На окраине г. Бодайбо 12 июня 2018 г. зарегистрирован самец китайской зеленушки [23].

Чиж *Spinus spinus*. Встречается в хвойных и смешанных лесах Балаганского и Жигаловского районов, но численность вида невысокая [120]. В верховьях р. Иорбь (Братский район, Иркутская обл.) 22 июля 2016 г. отмечена одна молодая птица [97]. В Братском районе зарегистрирована стайка птиц 03 октября 2021 г. [94]. В долине р. Куленга (Усольский район) 16 июля 2015 г. встречена одна пролетная стайка [119]. В долине р. Берая в окрестностях пос. Магистральный 2 июня 2014 г. отмечены две птицы этого вида [96]. На берегу р. Берая (Казачинско-Ленский район) 18 июля 2013 г. отмечена небольшая стайка, а позже здесь зарегистрированы два молодых чижа [78]. Редкий вид заказника “Туколонь”. Две птицы отмечены 07 июля 2014 г. в пойме р. Киренга. Гнездование его здесь не доказано [81]. Обычный и многочисленный гнездящийся и обычный пролетный вид Витимского заповедника. До 80-х годов XX столетия был малочисленным видом, а сейчас его обилие резко увеличилось [21]. Тем не менее, в г. Бодайбо на больших елях гнездится всего несколько пар этого вида [24].

Щегол *Carduelis carduelis*. Ранее считалось, что щегол является случайно залетным видом Восточной Сибири [25]. Но уже в следующих работах она отнесла его к зимующим птицам, а затем к возможно гнездящимся видам долины р. Ангары [26]. По материалам В. И. Безбородова [8] до 1957 г. он был очень редким видом в окрестностях г. Иркутска, но затем резко увеличил численность. Во время осеннего пролета 1958 г. и 1973 г. для Южного Предбайкалья приводятся только одиночные встречи птиц этого вида [13]. Несколько позднее он уже считается видом, расширяющим ареал и, возможно, даже гнездящейся птицей – его встречи приводятся для сел Маритуй, Сарма и г. Иркутск [49]. Он начал отмечаться залетом в Восточном Саяне и после 1987 г. стал вероятно гнездящимся видом этого региона [6, 41]. В Тункинской долине пара птиц этого вида с явным гнездовым поведением 14 мая 1987 г. встречена у с. Тагархай [35]. Имеются залеты в Северо-Восточное Прибайкалье в Баргузинский заповедник 20 марта 1941 г. и 09 июня 1997 г. [1, 9]. В пос. Бичура (Бурятия) в феврале 2014 г. около 10 птиц этого вида кормились на заброшенном поле [4]. Стая щеглов из 15–20 птиц отмечена в окрестностях г. Улан-Удэ в декабре 2012 г. (аэропорт “Байкал”), а пара птиц 23 февраля 2013 г. на окраине с. Гурульба [41]. В г. Улан-Удэ на острове Богородский пара птиц обнаружена в зарослях репейника 28 февраля 2021 г. [125]. В г. Братск и его окрестностях щегол является регулярно встречающимся

видом в позднеосенний и зимний периоды (одиночные стайки по 3–6 особей) [75–76]. В г. Братск на берегу водохранилища 16 июля 2021 г. встречен поющий самец черноголового щегла [94]. Казачинско-Ленский район (пос. Магистральный) – новый район зимовки этого вида: 8 ноября 2014 г. здесь впервые были зарегистрированы 9 птиц этого вида [80]. В Жигаловском районе в окрестностях с. Знаменка встречен 25 июля 2020 г. [120]. Начиная с 2014 г. регулярно встречается в окрестностях д. Турука и пос. Верхнемарково [55]. В окрестностях пос. Тургетуй 20 декабря 2006 г. отмечена стайка примерно из 20 птиц, кормящаяся на пустыре в репейнике [51]. У поселка Тахтамай (Чунский район Иркутской области) на лугу вдоль реки Чуна 18 июня 2018 г. отметили 4 молодых птицы (возможно выводок) и одного самца этого вида [88]. На зимовке отмечается в г. Иркутск [наши данные] и в г. Байкальск на пустырях с зарослями сорных растений [109]. В долине р. Олха 12 марта 2013 г. в окрестностях лыжной базы отмечена стайка около 20 птиц. В Аларском районе в Нельхайском лесу 6 июля 2013 г. и 25 августа 2013 г. в пос. Новонукутский зарегистрировали голоса птиц этого вида [84].

Седоголовый щегол *Carduelis caniceps*. В Байкальском заповеднике во время сезонных миграций отмечался на хребте Хамар-Дабан в 1961 г. [6]. В Байкало-Ленском заповеднике на мысе Большой Солонцовый встречен 04 мая 1990 г. [77]. Известны его находки на северо-восточном побережье оз. Байка [1] и в период весенних и осенних миграций в долине р. Иркут от пос. Кырен до с. Монды [32]. В пригороде Улан-Удэ (Верхняя Березовка) пара щеглов кормилась 10 февраля 2021 г. вдоль Баргузинского тракта в придорожных ивняках [41]. На окраине пос. Тургетуй 20 декабря 2006 г. стайка из 5–6 птиц кормилась совместно с щеглами, но держалась отдельной группой немного в стороне от них [51].

Коноплянка *Acanthis cannabina*. Западный вид, расширяющий ареал к востоку [105]. Встречается на западной окраине Монголии [136], откуда, вероятно, может проникать и на юг Восточной Сибири. В Верхнем Приангарье птицы этого вида появилась во второй половине XX столетия, а к 80-м годам уже встречались под Иркутском и, возможно, даже гнездилась [70, 72, 100]. Неоднократно наблюдалась у гг. Ангарск, Черемхово, Тайшет и Братск и не исключено её гнездование в этих местах [39]. Впервые достоверное её гнездование в Центральном парке культуры и отдыха г. Иркутска установлено в 2001 г. [57]. На о. Варничный на р. Ангаре у г. Усолье-Сибирское летом 2014 г. отмечена пара коноплянок и их выводок [106]. С этого времени установлено постепенное увеличение ее численности, гнездование и продвижение ареала далее к востоку в Южном Предбайкалье [126]. На побережье Байкала и его горных склонах коноплянка зарегистрирована только 25 апреля 2016 г. в пос. Листвянка у истока р. Ангара [67]. Однако в 2020 г. она уже

дважды отмечена в учетах на окраине поселка и в пойме ключа Каменушка. Численность этого вида остается невысокой, а распространение, по-прежнему, является спорадическим [68].

Горная чечетка *Acanthis flavirostris*. В верховьях р. Иркут возле перевала на пос. Орлик в кустах ерника, прижатого к земле снегом, 13 августа 2010 г. пряталась стайка из 8–10 птиц [19]. Обычная птица высокогорий Мунку-Сардыка. В долине р. Мугувек отмечена стайка из 7–10 птиц 30 апреля 2012 г. [107, 127]. Оседлый вид в Восточном Саяне, а также на хребте Малый Хамар-Дабан и верховьях р. Джиды [35–36]. Известен залет в дельту р. Селенги – с. Посольское 11 мая 1988 г. [123].

Пепельная чечетка *Acanthis hornemanni*. Редкий и малочисленный пролетный вид Витимского заповедника [21]. Во время зимних учетов на территории Восточной Сибири единичные особи и мелкие стайки отмечаются постоянно, но численность ее очень низкая [1962–2026 гг., наши данные].

Гималайский выюрок *Leucosticte nemoricula*. Пара птиц этого вида отмечена в пос. Давша (Баргузинский заповедник) 14 мая 2018 г. Они держались на крышах домов, но на кормежку спускались на луговую поляну [2]. Редкий вид Южного Прибайкалья. Гнездование установлено в высокогорьях Хамар-Дабана и Восточного Саяна – в бассейнах рек Иркут и Ока [35, 39]. На зимовку птицы спускаются к подножию гор. Зимние встречи зарегистрированы на западном побережье среднего Байкала в пади Крестовской, а также на о. Большой Тойник (Малое Море) [16]. Весенне-летние залеты отмечены в Баргузинской котловине [10], 11 мая 1988 г. в дельте р. Селенги (у с. Посольское) [122], а в 1994 г. в бухте Заворотной на западном побережье оз. Байкал [12]. В субальпике к западу от долины р. Эльты 07 июня 2021 г. встречено несколько птиц этого вида [131]. Для этого региона он считается очень редким видом [16].

Жемчужный выюрок *Leucosticte brandti*. Залетный вид в Восточном Саяне (возможно оседлый), который был встречен в верховьях р. Жаргалант на южном склоне Мунку-Сардыка 07 августа 1977 г. [112]. Зарегистрирован в высокогорье Мунку-Сардыка (южная часть хребта Цаган-Шибету) на границе с Монголией в феврале 1991 г. [35].

Сибирский горный выюрок *Leucosticte arctoa*. В Восточной Сибири и в котловине оз. Байкал считается обычной гнездящейся птицей [35]. Однако данные о нем очень противоречивы, а статус не определен до сих пор, поскольку для него характерно очень неравномерное распределение по территории ареала [69]. Он гнездится на хребте Хамар-Дабан, но численность его здесь невысока [16]. На Баргузинском хребте это редкий вид, но в последние десятилетия его обилие здесь увеличилось [1]. В гольцовом поясе Байкальского хребта он встречается небольшими стаиками в периоды миграций

(Шартлинская Лена) [77]. На сопредельной с Байкало-Ленским заповедником территории в районе мыса Большая Коса 22 июля 1955 г. отмечен хорошо летающий выводок [54]. В Приольхонье он является обычным пролетным видом [101]. На Южном Байкале он довольно обычный, но только пролетный вид [13]. На территории этнографического музея «Тальцы» стайка из десяти птиц встречена 5 февраля 2011 г. и птицы были определены как забайкальский подвид сибирского горного вьюрка *Leucosticte arctoa giglioli* [11]. Нами за 13 лет постоянных исследований он был встречен только один раз – 28 марта 2022 г. (четыре птицы) в дендропарке Байкальского музея [69]. Обычный гнездящийся и редкий пролетный вид, который осваивает горные тундры хребта Кодар. На пролете стайки этого вида встречаются в долине р. Витим [21]. По нашему мнению, его численность и статус ранее были сильно завышены.

Монгольский снегирь *Bucanetes mongolicus*. На северо-западной окраине с. Монды 21 мая 1996 г. впервые отмечена птица этого вида [110]. Впоследствии, между д. Монды и урочищем Аерхан вблизи тракта на д. Орлик 18 июня 2005 г. впервые обнаружено гнездо с кладкой этого вида [35, 37].

Арчовая чечевица *Carpodacus rhodochlamys*. В горных массивах юга Восточной Сибири по границе с Монголией проходит северная граница ареала данного вида. В устье р. Белый Иркут (предгорья Мунку-Сардыка) 27 апреля 2006 г. встречена группа из трех самцов и нескольких самок [37]. Это несомненный залет данного вида. Ближайшие точки встреч находятся в Западном Забайкалье на р. Иро [133] и в Юго-Западной Туве [37].

Большая чечевица *Carpodacus ruibicilla*. Оседло обитает в альпийском поясе Мунку-Сардыка, но немногочисленна. Наблюдаются вертикальные кочевки до нижней части Тункинской долины. Периодически отмечается в районе оз. Эхой [107, 127]. В Восточном Саяне оседлый вид (Тункинский хребет, Мунку-Сардык) [35]. Зимует в Южном Прибайкалье и встречается в г. Байкальск (восточное побережье) [38, 109–110], куда она спускается с высокогорий.

Урагус *Uragus sibiricus*. Обычный, но малочисленный вид. В г. Иркутск встречается в период осеннего пролета с 7 октября по 11 ноября. Максимальная численность в стайках 5 птиц, обычно это одиночные птицы и пары [61]. У моста через р. Ушаковка по Голоустненскому тракту 17 июня 2013 г. отмечен самец урагуса, а 22 июня здесь же наблюдали пару птиц этого вида. На золоотвале Сушинского калтуса у г. Ангарск 10 мая 2013 г. отмечено три птицы. На о. Конный 3 ноября 2013 г. встречена небольшая стайка из 4–5 птиц [84]. В тальниках поймы р. Тойсук 13 октября 2007 г. отмечена стайка из 4 птиц, а 18 сентября 2012 г. три урагуса встречены в пойме р. Куды возле д. Капсал [18]. Голос урагуса слышали 12 июня 2015 г. в окрестностях д. Поморцево (Черемховский район) [93]. В долине р. Куленги (Усольский район) в пойменных кустарниках в июле 2015 г. был немногочисленным видом [119]. В окрестностях г. Тулун

в зарослях облепихи на западном берегу Азейского озера 24 июня 2015 г. отмечена одна птица [85]. В истоке р. Ангары на территории дендрологического парка с 2009 г. по настоящее время единичные особи, пары и стайки до 3–4 птиц не ежегодно, но довольно часто отмечаются в конце сентября-начале октября. Очевидно, это мигрирующие птицы [наши данные]. В окрестностях г. Братск обычный и регулярно отмечающийся вид в позднеосенний и зимний периоды [75–76]. В Казачинско-Ленском районе в окрестностях пос. Магистральный обычный гнездящийся, хотя и немногочисленный вид [78]. На оз. Ближнем (заказник “Лебединые озера”) 3 октября 2012 г. отмечена пара птиц этого вида [116]. В г. Киренск 28 октября 2016 г. на берегу р. Киренги и в устье р. Макаровка наблюдались кормящиеся группы по 3–6 птиц [7]. В Витимском заповеднике регистрируются залеты с 2012 г.: одиночные птицы отмечены у кордона Орон 21 октября 2012 г и 08–09 апреля 2014 г. [21–22]. В Братском районе в ельнике в долине р. Малая Бада 17 июля 2021 г. отмечен поющий самец урагуса [94]. На берегу р. Темник (хребет Хамар-Дабан) в густом кустарнике 3 июня 2021 г. неоднократно отмечались голоса этого вида и скорее всего он здесь гнездится [131]. В юго-западном Забайкалье он считается обычным гнездящимся видом [47]. В окрестностях Еравнинских озер часто встречается в пойменных тальниках, но у оз. Исинга редок [46]. В пойме р. Заза (юг Витимского плоскогорья) обычный гнездящийся вид – плотность населения вида по разным местообитаниям менялась от 3,2 ос./км² до 42,7 ос./км² [46]. Распространение очень неравномерное – только одиночные птицы отмечались здесь 16 августа 2008 г. в среднем течении р. Гундуй-Холой и 18 августа 2008 г. в верховьях р. Улзытэ [91]. В Баунтовской котловине он трижды наблюдался в июле 1963 г. в зарослях черемухи на оз. Баунт [46]. В Качугском районе в долине р. Куленга в июле 2015 г. урагус был немногочисленным видом [119].

Серый снегирь *Pyrrhula cinerea*. В Витимском заповеднике малочисленный гнездящийся, кочующий и зимующий вид, но в отдельные годы во время кочевок становится обычным [21]. Однако в г. Бодайбо это обычный гнездящийся вид с плотностью населения в мае-июне 2,9 ос./км² [23]. В темнохвойном лесу в верховьях р. Темукчан 20 июня 2016 г. отмечена пара птиц этого вида [98]. Зимой и ранней весной часто встречается у пос. Магистральный (Казачинско-Ленский район) [78]. В окрестностях г. Братск и в самом городе серый снегирь является обычным и регулярно встречающимся видом в позднеосенний и зимний периоды [75–76]. В Братском районе (резервная территория “Тангуй”) 04 октября 2021 г. встречено 4 серых снегиря на обочине лесной дороги [94]. В долине р. Берая (Киренский район) 06 июля 2014 г. встречено четыре птицы [96]. В Жигаловском районе в темнохвойных лесах встречается повсеместно, но численность не высокая [120]. В последнее десятилетие известны летние встречи одиночных птиц,

пар и мелких групп (до 4–6 птиц) на правобережье истока р. Ангары, но гнездование их здесь маловероятно [наши данные]. Обычный зимующий вид в городах и поселках Прибайкалья, а также в окружающих их лесах [109, наши данные], но гнездится в высокогорьях хребтов оз. Байкал. Постоянно встречался зимой и весной по Култукскому тракту. В долине р. Мурин (Эхирит-Булагатский район Иркутской области) отмечено несколько небольших стай 20 октября 2012 г. Между селами Введенщина и Баклаши вдоль берега р. Иркут 20 ноября 2012 г. отмечено 5 стай по 3–5 серых снегирей. У с. Крюково (Боханский район) 19 ноября 2013 г. отмечено 3 птицы этого вида [18]. В начале столетия его выводок обнаружен в ельнике верховий одного из левых притоков р. Голоустной [102].

Обыкновенная овсянка *Emberiza citronella*. В начале XX века была редким гнездящимся, а в юго-западном Забайкалье очень редко встречающимся видом [26]. В настоящее время в Предбайкалье является обычной гнездящейся птицей и сравнительно редким видом на Прибайкальской равнине северного макросклона хребта Хамар-Дабан [16, 70]. Постепенно расширяет ареал к востоку и северу [22, 71]. В пойме р. Джиды между Петропавловкой и пос. Хамней 1–4 июля 2011 г. зарегистрировано несколько встреч этой овсянки [19]. Обычна и местами многочисленна в Верхнем Приангарье, лесостепи и прилегающих к ним районов Южного Предбайкалья, в пойме р. Китой, Богучанском водохранилище, пойме р. Куда, по долине р. Лена, в Унгинском заливе Братского водохранилища [18, 32]. Отмечена одна овсянка этого вида в окрестностях д. Заусаево (Тулунский район) 25 июня 2015 г. и одна птица в этом же районе у с. Ермаки [85]. В Черемховском районе в окрестностях пос. Бельск 11 июня 2015 г. зарегистрирована песня этого вида, а 13 июня 2015 г. песню обыкновенной овсянки слышали у д. Поморцево [93]. В Усть-Кутском районе в долине р. Дягдон 13 июля 2022 г. отмечен самец обыкновенной овсянки [90]. Встречается в периоды миграций и гнездится в долине р. Киренги, но немногочисленна (Казачинско-Ленский район) [78]. Между с. Ключи и пос. Казачинск 3 июня 2014 г. встречена пара птиц этого вида. В окрестностях бывшей д. Потапово в кустах на берегу р. Лена 9 июля 2014 г. также отмечен данный вид. На правом берегу р. Киренга у паромной переправы 12 июля 2014 г. отмечены две самки и самец обыкновенной овсянки [96]. В районе г. Киренск 17 июня 2021 г. встречен поющий самец и пара птиц на лугу у микрорайона “Авиагородок” [89]. В августе 2012 г. несколько встреч этого вида отмечено у поселений человека на берегу оз. Дальнее (Казачинско-Ленский район) [116]. В пойме р. Лены у с. Турука в первую декаду июля 2002 г. паутинными сетями отловлено восемь птиц. Плотность населения вида в середине июля 2005 г. составляла на р. Лена 6,0 ос./км² [115]. Достаточно регулярно отмечается в Усть-Кутском районе

Иркутской области [55]. В Качугском районе в д. Чинонга 2 и 3 сентября 2013 г. отмечалась одиночная птица [84]. В Баргузинском заповеднике в пос. Давша пара отмечена 12 апреля 2006 г., одиночная птица встречена 16 апреля 2007 г. и 11–12 апреля 2013 г. одна обыкновенная овсянка [3]. В последнее десятилетие регулярно встречается в Витимском заповеднике, но немногочисленна [21–22]. На север ушла в Якутию.

Горная овсянка *Emberiza cia*. Залетный вид в бассейне р. Иркут [34]. На левобережье р. Иркут в 1.5 км выше по течению от устья р. Белый Иркут 16 июля 1996 г. добыт поющий самец этого вида [110].

Овсянка Годлевского *Emberiza godlewskii*. Ареал охватывает горы Средней и Центральной Азии на восток до Желтого моря. В Забайкалье проходит северная граница ее ареала. Гнездится на хребте Хамар-Дабан [15], Малом Хамар-Дабане, Джидинском хребте и распространена очень спорадично [31]. В Селенгинском Забайкалье, Южном и Западном Прибайкалье, бассейне р. Иркут оседлый вид [32, 34]. Зарегистрирована в долине р. Ихэ-Ухгунь к югу от поселка 11 апреля 1997 г. и в пос. Нилова Пустынь 11 апреля 2001 г. [82]. На северо-восточном побережье Байкала редкий залетный вид, с 28 октября 2012 г. по 1 января 2013 г. обнаружена одна птица в пос. Давша [3]. Достаточно обычный гнездящийся вид Кругобайкальской железной дороги: 18 июня 2008 г. здесь зарегистрировано не менее 8 самцов, 1 гнездо с пятью птенцами и один выводок, а 13–14 июня 2014 г. не менее пяти самцов этого вида [118]. В г. Иркутск на о. Конный 20 октября 2015 г. отмечена стайка из трех птиц [87]. В окрестности пос. Ключи (Казачинско-Ленский пайон) 25 января 2014 г. на незамерзающем участке реки отмечен самец этого вида [79]. На южном макросклоне хребта Хамар-Дабан в долине р. Темник она является обычным пролетным и гнездящимся видом [16]. В Байкальском заповеднике с 7 по 22 октября 2015 г. поймано пять птиц этого вида [5]. Несомненно, медленно расширяет ареал к северу и, возможно, к западу.

Ошейниковая овсянка *Emberiza fucata*. Осваивает Селенгинское Забайкалье и все Прибайкалье, но численность везде невысокая [32]. Считается гнездящимся видом в бассейне р. Иркут [34]. Однако отмечена здесь только однажды – поющего самца встретили 08–09 июля 2001 г. в долине р. Ихэ-Ухгунь у пос. Нилова Пустынь [37]. В летний период встречается в Байкало-Ленском заповеднике [77]. Регистрируется по долине р. Оки (Куйтунский район Иркутской области) в месте перехода лесостепи в пояс южной тайги [56].

Садовая овсянка *Emberiza hortulana*. Вид, расселяющийся на восток по Югу Восточной Сибири [104]. В первой половине прошедшего столетия она освоила все лесостепные районы Средней Сибири [113–114]. В тоже время некоторые авторы считают, что г. Красноярск в это время находился на северо-восточной окраине ареала этого вида [132]. До конца этого столетия

вид не встречался в Восточном Саяне в районах, прилегающих к Красноярскому краю [104]. В тоже время, имеются указания, что садовая овсянка, как вид с не доказанным гнездованием, встречалась по долине р. Иркут и Восточному Саяну [27]. В настоящее время она здесь гнездится (бассейны рек Иркут и Ока, пос. Монды) [34]. Фоновый вид альпийских лугов Тункинских гольцов [42]. Начиная с 1995 г. обычный гнездящийся вид остепненных каменистых склонов горы Мунку-Сардык [110]. У пос. Иволгинск самец этого вида отмечен 30 июня 2011 г., а в Тункинской долине у д. Тагархай (5–6 км юго-западнее пос. Аршан) 25 августа 2013 г. отмечена стайка из 7–8 садовых овсянок [19]. Однако, на прилежащих с востока к этому участку хребтах Хамар-Дабан и Малый Хамар-Дабан, а также в юго-западном Забайкалье данный вид никем не отмечался [16, 32]. Не встречалась она до последнего времени и в Южном Предбайкалье [13]. Только во второй половине XX столетия этот вид добыт во второй половине мая 1971 г. в долине р. Чуны у пос. Чунояр [111]. Еще одна птица зарегистрирована 25 мая 2008 г. под г. Иркутск в садоводстве Фотон [45]. Однако 30 июня 2011 г. садовая овсянка наблюдалась уже в окрестностях пос. Иволгинск (Бурятия) [19]. В истоке р. Ангары (Южный Байкал) она отмечена 14 сентября 2011 г. [65]. Несомненно, ареал садовой овсянки медленно расширяется на восток.

Скальная овсянка *Emberiza buchanani*. Гнездящийся и отмечающийся на пролетах вид Тункинских гольцов под Шумацким перевалом в июне-июле 1996 г. Имеются тушки птиц из этих мест начала XX столетия [36].

Черноголовая овсянка *Granativora melanocephala*. Отмечен залет в Северо-Восточное Прибайкалье в бухте Давша на побережье Байкала 08 сентября 1959 г. [27]. Имеется залет в Даурский заповедник [29].

Желтогорлая овсянка *Cristemberiza elegans*. На севере Иркутской области на левом притоке р. Нижняя Тунгуска в бассейне р. Тетя отмечены птицы этого вида: 1 августа (1 самец) и 6 августа (две птицы) 1983 г. [73]. Дальний залет этого дальневосточного вида в Тункинскую долину зарегистрирован 29 апреля 2006 г. у д. Зактуй [37]. В Юго-Восточном Забайкалье (степная часть Приаргуны) 9 и 10 мая 2014 г. поющий самец желтогорлой овсянки отмечен в ильмово-тополевой лесополосе у д. Староцурухайтуй [28].

Монгольская овсянка *Schoeniclus (pallasi) lydiae*. Гнездится в Селенгинском лесостепном районе, а в летнее время встречается в Оронгойской и Иволгинской котловинах [32, 36].

Рыжешейная овсянка *Schoeniclus yessoensis*. Впервые дальний залет зарегистрирован 27 сентября 1881 г. (по старому стилю) под г. Иркутск [129]. В 1983 г. в долине р. Нижней Тунгуски была довольно обычным видом и самцы активно пели и токовали [31]. Указывается на залет вида в долину р. Ангары, но не приводится никаких более конкретных сведений [86].

Желтобровая овсянка *Ocyris chrysophrys*. Малочисленная и редкая птица на весеннем и осеннем пролетах, но обычный гнездящийся вид редкостойных древостоев [21]. Очень редка на пролете и за пять лет детальных наблюдений в г. Иркутск (Ново-Ленинские болота) зарегистрирована только одна раз – 11 сентября 1986 г (одна птица) [61]. За длительный период наблюдений встречена только один раз 08 сентября 2015 г. на о. Конный [87]. На северном склоне Хребта Большой Хамар-Дабан данный вид отмечался неоднократно и 25 июня 2021 г. она была зарегистрирована в долине р. Снежной. В елово-кедрово-березовой тайге у Выдрино она была зарегистрирована 26 июня 2021 г. [131]. Одна птица отмечена 04 июля в пойменном прибрежном ельнике недалеко от верхнего кордона заказника Туколонь (долина р. Киренги) и здесь же в августе отмечена молодая птица. В заболоченной пойме р. Айи 6 июля 2014 г. поющий самец отмечен в чахлом лиственничнике [81]. В долине р. Киренга у д. Чинонга 31 августа 2013 г. отмечена стайка из 5 птиц [84]. В Катангском районе в еловой долине р. Северная Бирая (бассейн р. Чона) 21 июня 2008 г. отмечен выводок этой овсянки [95]. В окрестностях д. Турука в долине р. Лена – малочисленный вид. Здесь 30 июня и 7 июля 2002 г. паутинными сетями отловлено 3 птицы [115]. Во время обследования долины р. Киренга с 04 по 11 июля 2014 г. постоянно встречались взрослые птицы и выводки желтобровой овсянки [96]. На водоразделе рек Чемдока и Чекан (Казачинско-Ленский район Иркутской области) в смешанном лесу 20 июня 2016 г. отметили поющего самца желтобровой овсянки [98]. На оз. Дальнее (заказник “Лебединые озера”) в августе 2012 г. отмечено несколько встреч этого вида [116]. Южнее пос. Магистральный в долине р. Берея отмечена 5 июня 2013 г. [78]. В лесу у пос. Усть-Заза (юг Витимского плоскогорья) пара птиц встречена 9 июня 1960 г. [46]. На Еравнинских озерах 11 июня 1974 г. встречена стайка из 11 птиц в пос. Тулдун, а в пос. Озерный гнездящиеся пары отмечены 10 июня и 2 августа 2008 г., а 15 августа 2008 г. встречена одна молодая птица [91]. В Балаганском районе поющие самцы наблюдались 9–10 июля 2020 г. в долине р. Куй в лесах с елью или пихтой [120]. В долине р. Нижний Кочергат 16 июля 1988 г. встречен выводок этого вида, который ранее здесь не отмечался [14]. В долине р. Утесной (Иркутский район) 17 июня 2013 г. отметили двух поющих самцов [84].

Таяжная овсянка *Ocyris tristrami*. Известен залет этого вида в Катангский район в верховья р. Тетя, где он был многочисленным и гнезвился в конце XX столетия [73]. В Восточном Саяне отмечена в среднем течении р. Маргасан (приток р. Зун-Мурэн) 06 сентября 1998 г. [35]. В Бурятии данный вид отмечен три раза в окрестностях г. Улан-Удэ: 06 мая 1974 г., 15 мая 1975 г. и 21 мая 1975 г. [130]. Одиночная птица отмечена в долине р. Могой (Баунтовская котловина) 22 мая 1982 г. [83]. В окрестностях пос. Усть-Балей

19 мая 2015 г. зарегистрирован залет данного вида [20]. Очевидно, это дальние залеты вида, для которого характерны значительные экспансии, на что указывает и случай массового гнездования в Катангском районе.

Литература

1. Ананин А. А. Общий обзор фауны птиц северо-восточного Прибайкалья (Баргузинский хребет) // Тр. госзаповедника "Байкало-Ленский", 2001. – Вып. 2. – С. 66–82.
2. Ананин А. А., Куркина И. И. Залеты гималайского вьюрка (*Leucosticte nemoricola*) и среднего крошинеца (*Nimenius phaeopus*) в Баргузинский заповедник // Байкал. зоол. журн., 2019. – № 1(24). – С. 129–130.
3. Ананин А. А., Дарижапов Е. А., Куркина И. И. Новые и редкие для территории Баргузинского заповедника виды птиц // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 2(17). – С. 41–44.
4. Андронов Д. А. Зимовка огаря *Tadorna ferruginea* (Pallas, 1764) и первое наблюдение черноголового щегла *Carduelis carduelis* L., 1758 в окрестностях пос. Бичура (Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2014. – № 1(14). – С. 113.
5. Анисимова В. И., Коротков Н. Ю., Анисимов Ю. А. Новые и редкие виды птиц Байкальского заповедника и его охранной зоны по данным отловов // Байкал. зоол. журн., 2017. – № 1(20). – С. 38–41.
6. Баскаков В. В. К авифауне хребта Хамар-Дабан (Прибайкалье) // Биология и охрана птиц (тезисы докл.). – Кишинев: Изд-во Штиинца, 1981. – С. 19.
7. Баянов Е. С. Встречи некоторых видов птиц в Киренском, Казачинско-Ленском и Усть-Кутском районах иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2018. – № 1(22). – С. 24–27.
8. Безбородов В. И. О редких и новых птицах Иркутской области // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – Вып. 14. – С. 186–187.
9. Беляев К. Г. К фауне Северо-Восточного Прибайкалья // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – Вып. 14. – С. 188–189.
10. Беляев К. Г. Редкие и залетные птицы Баргузинского заповедника // Фауна и экология позвоночных Сибири. – Новосибирск: Наука, 1980. – С. 226–234.
11. Бережных В. В. Зимняя встреча сибирского вьюрка *Leucosticte arctoa gigliolli* Salvadori, 1868 в Приангарье (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2011. – № 6. – С. 107.

12. Болд А., Доржиев Ц. З., Юмов Б. О., Цэвээнмядаг Н. Фауна птиц бассейна озера Байкал // *Экология и фауна птиц Восточной Сибири*. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 1991. – С. 3–24.
13. Богородский Ю. В. Птицы Южного Предбайкалья. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1989. – 207 с.
14. Богородский Ю. В. Желтобровая овсянка в Южном Предбайкалье // *Орнитология*. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – Вып. 25. – С. 148.
15. Васильченко А. А. Новые данные по орнитофауне Хамар-Дабана // *Орнитология*. – М.: Изд-во МГУ, 1982. – Вып. 17. – С. 130–134.
16. Васильченко А. А. Птицы Хамар-Дабана. – Новосибирск: Наука, 1987. – 103 с.
17. Васильченко А. А. Интересные находки птиц в Александрово-Заводском районе (Забайкальский край) // *Байкал. зоол. журн.*, 2019. – № 2(25). – С. 114–115.
18. Вержуцкий Д. Б. Заметки по орнитофауне Иркутской области // *Байкал. зоол. журн.*, 2014. – № 1(14). – С. 39–47.
19. Вержуцкий Д. Б. Интересные встречи птиц в республике Бурятия // *Байкал. зоол. журн.*, 2014. – № 2(15). – С. 58–62.
20. Вержуцкий Д. Б. Очередная встреча таежной овсянки в Прибайкалье // *Байкал. зоол. журн.*, 2016. – № 1(18). – С. 127–128.
21. Волков С. Л. Птицы Витимского заповедника (аннотированный список) // *Байкал. зоол. журн.*, 2015. – № 1(16). – С. 91–102.
22. Волков С. Л. Залеты птиц в Витимский заповедник в 2012–2016 годах // *Байкал. зоол. журн.*, 2016. – № 2(19). – С. 68–71.
23. Волков С. Л. Китайская зеленушка *Chloris sinica* – новый вид птиц северного Забайкалья // *Байкал. зоол. журн.*, 2018. – № 2(23). – С. 105.
24. Волков С. Л. Гнездящиеся птицы города Бодайбо (Иркутская область) // *Байкал. зоол. журн.*, 2018. – № 1(22). – С. 28–35.
25. Гагина Т. Н. Птицы Байкала и Прибайкалья // *Записки Иркутск. област. краевед. музея*. – Иркутск, 1958. – С. 173–191.
26. Гагина Т. Н. Черноголовая овсянка *Emberiza melanoccephala Scopoii* на берегах Байкала // *Тр. госзаповедника “Баргузинский”*, 1961. – Вып. 3. – С. 125–126.
27. Гагина Т. Н. Птицы Восточной Сибири (Список и распространение) // *Тр. Баргузинского госзаповедника*, 1961. – Вып. 3. – С. 99–123.
28. Горошко О. А. Первый залет желтогорлой овсянки *Emberiza elegans Temminck*, 1835 в Забайкальский край (Восточное Забайкалье) // *Байкал. зоол. журн.*, 2014. – № 2(15). – С. 107.

29. Горошко О. А., Кирилук В. Е. Птицы заповедника «Даурский» // Наземные позвоночные Даурии: Тр. госзаповедника «Даурский». – Чита: Изд-во Поиск, 2003. – Вып. 3. – С. 20–32.
30. Горошко О. А., Бальжимаева С. Б. Первое появление зяблика (*Fringilla coelebs* Linnaeus, 1758) в Даурском заповеднике (Забайкальский край) и Муравьевском парке (Амурская область) // Байкал. зоол. журн., 2012. – № 3(11). – С. 136.
31. Доржиев Ц. З., Юмов Б. О. Экология овсянковых птиц (на примере рода *Emberiza* в Забайкалье). – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 1991. – 176 с.
32. Доржиев Ц. З. Птицы Байкальской Сибири: систематический состав, характер пребывания и территориальное размещение // Байкал. зоол. журн., 2011. – № 1(6). – С. 30–54.
33. Доржиев Ц. З., Ешеев Е. Е. Орнитологические находки в Юго-Западном Забайкалье // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1991. – Вып. 25. – С. 156–158.
34. Доржиев Ц. З., Дурнев Ю. А., Сони́на М. В. Систематическое разнообразие орнитофауны Восточного Саяна (бассейны рек Иркут и Ока) // Вестн. БурГУ, сер. “Биология. География”, 2011. – Вып. 14а. – С. 216–225.
35. Доржиев Ц. З., Дурнев Ю. А., Сони́на М. В., Елаев Э. Н. Птицы Восточного Саяна. – Улан-Удэ: Изд-во БурГУ, 2019. – 400 с.
36. Доржиев Ц. З., Елаев Э. Н. Воробьеобразные *Passeriformes* птицы Республики Бурятия: аннотированный список // Природа Внутренней Азии. *Nature of Inner Asia*, 2021. – № 2–3(18). – С. 7–34.
37. Дурнев Ю. А. Значение Тункинской долины в динамике авифауны Байкальской рифтовой зоны // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 1. – С. 50–55.
38. Дурнев Ю. А., Сони́на М. В. Чечевицы (*Carpodacus* Каур. 1829) национального парка «Тункинский» (Байкальский регион) // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии: ма-лы IV Междун. орнитол. конф. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2009. – С. 70–73.
39. Дурнев Ю. А., Мельников Ю. И., Бояркин И. В., Книжсин И. Б., Матвеев А. Н., Медведев Д. Г., Рябцев В. В., Самусёнок В. П., Сони́на М. В. Редкие и малоизученные позвоночные животные Предбайкалья: распространение, экология, охрана. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1996. – 287 с.
40. Елаев Э. Н., Ешеев В. Е., Митупов Ч. З., Вайгль Ш. и др. К фауне птиц Торейской котловины (Юго-Восточное Забайкалье) // Орнитологические исследования в России. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2000. – Вып. 2. – С. 54–73.
41. Елаев Э. Н., Чутумов Ц. Ц. Щеглы в Байкальской Сибири: хронология встреч и новые находки // Байкал. зоол. журн., 2021. – № 1(29). – С. 126–127.

42. Ешеев В. Е., Елаев Э. Н. К орнитофауне Тункинских гольцов и их предгорий (Восточный Саян) // Вопросы изучения биоразнообразия и мониторинг состояния наземных экосистем Байкальского региона. – Улан-Удэ: Изд-во БГУ, 2000. – С. 118–124.
43. Жеребцов Г. А., Коваленко В. А., Молодых С. И., Рубцова О. А. Закономерности климатических изменений в XX в. и основные физические процессы, ответственные за эти изменения // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Науки о Земде, 2011. – Т. 4, № 1. – С. 87–108.
44. Жеребцов Г. А., Коваленко В. А., Молодых С. И., Кириченко К. Е. Влияние солнечной активности на температуру тропосферы и поверхности океана // Изв. Иркутск. гос. ун-та. Сер. Науки о Земде, 2013. – Т. 6, № 1. – С. 61–79.
45. Ивушкин В. Е. Заметки к распространению редких видов овсянок в Прибайкалье // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2013. – Т. 21, № 838. – С. 120–124.
46. Измайлов И. В. Птицы Витимского плоскогорья. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во, 1967. – 305 с.
47. Измайлов И. В., Боровицкая Г. К. Птицы юго-западного Забайкалья. – Владимир: Изд-во Владимир. ГПИ, 1973. – 315 с.
48. Кошеленко И. В. Засухи и борьба с ними. Обзор. – Обнинск: ВНИИГМИ-МЦД, 1983. – Вып. 4. – 56 с.
49. Липин С. И., Сонин В. Д. Некоторые особенности территориальной экспансии черноголового щела в Предбайкалье // Проблемы экологии Прибайкалья. IV. Экологический контроль наземных экосистем. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1982. – С. 89–90.
50. Малеев В. Г., Попов В. В. Птицы лесостепей Верхнего Приангарья. – Иркутск: НЦ РВХ ВСНЦ СО РАМН, 2007. – 300 с.
51. Малеев В. Г., Попов В. В. Заметки по зимней орнитофауне лесостепей левобережья Ангары // Байкал. зоол. журн., 2010. – № 1(4). – С. 33–36.
52. Малков Е. Э. Птицы Aves // Растительный и животный мир Сохондинского биосферного заповедника: Труды Сохондинского биосферного заповедника. – Чита: Изд-во Поиск, 2002. – Вып. 1. – С. 104–132.
53. Малков Е. Э. Кадастр животного мира юга Восточного Забайкалья // Тр. госзаповедника “Сохондинский”, 2011. – Вып. 4. – 75 с.
54. Малышев Л. И. Материалы к орнитофауне северо-западного побережья Байкала // Тр. Вост.-Сиб. Филиала АН СССР, 1960. – Вып. 23. – С. 53–68.

55. Марков А. Г. Интересные встречи птиц в Усть-Кутском районе (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2016. – № 2(19). – С. 141–142.

56. Мельников Ю. И. Птицы Зиминско-Куйтунского степного участка (Восточная Сибирь). – Часть 2. – Воробьиные // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 1999. – № 61. – С. 3–13.

57. Мельников Ю. И. О восточной границе ареала коноплянки *Acanthis cannabina* в Прибайкалье // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2002. – № 191. – С. 685–686.

58. Мельников Ю. И. Репрезентативность учетного материала и необходимый объем выборки (на примере учета птиц в многовидовых сообществах) // Актуальные проблемы экологии: Мат-лы III Междунар. науч.-практ. конф. – Караганды: Изд-во КарГУ, 2004. – Ч. 1. – С. 165–168.

59. Мельников Ю. И. Организация учетных работ и мониторинг населения птиц в гнездовой период на территории заповедников // Горные экосистемы Южной Сибири: изучение, охрана, рациональное природопользование. – Барнаул: Изд-во Алтайские страницы, 2005. – С. 88–93.

60. Мельников Ю. И. Организация учетных работ и расчет плотности населения птиц в периоды миграций // Состояние особо охраняемых природных территорий. – Владивосток: Изд-во Русский остров, 2005. – С. 122–127.

61. Мельников Ю. И. Птицы Ново-Ленинских (Иннокентьевских) болот города Иркутск во второй половине XX столетия: видовая структура, обилие и фенология основных жизненных циклов // Байкал. зоол. журн., 2011. – № 2(7). – С. 30–68.

62. Мельников Ю. И. Очерк зимнего населения птиц правобережья истока р. Ангара (Южный Байкал) // Байкал. зоол. журн., 2012. – № 2(10). – С. 43–65.

63. Мельников Ю. И. Зимняя фауна птиц озера Байкал: видовой состав, обилие и особенности распределения // Природные комплексы Северного Прибайкалья: Тр. Баргузинского государственного природного биосферного заповедника. – Улан-Удэ: Изд-во БНЦ СО РАН, 2013. – Вып. 10. – С. 93–114.

64. Мельников Ю. И. Обыкновенная зеленушка *Chloris chloris* (Linnaeus, 1758) (Aves, Fringillidae) – гнездящийся вид Верхнего Приангарья // Байкал. зоол. журн., 2014. – № 2(15). – С. 63–67.

65. Мельников Ю. И. Залет садовой овсянки в исток р. Ангара (Южный Байкал) // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 1(16). – С. 127–128.

66. Мельников Ю. И. Зяблик *Fringilla coelebs* в истоке Ангара: особенности освоения территории // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2015. – Т. 24, № 1153. – С. 2041–2043.

67. Мельников Ю. И. Новые находки редких видов птиц в Предбайкалье // Байкал. зоол. журн., 2018. – № 2(23). – С. 109–110.
68. Мельников Ю. И. Редкие, малоизвестные и новые виды птиц на правобережье истока р. Ангары в летний период // Байкал. зоол. журн., 2020. – № 2(28). – С. 60–63.
69. Мельников Ю. И. Сибирский горный вьюрок *Leucosticte arctoa* (Pallas, 1811) на правобережье истока р. Ангары // Байкал. зоол. журн., 2022. – № 2(32). – С. 49–50.
70. Мельников Ю. И., Дурнев Ю. А. Расширение к востоку ареалов некоторых видов птиц Средней и Восточной Сибири // Бюл. МОИП. Отд. биол., 1999. – Т. 104, вып. 5. – С. 88–95.
71. Мельников Ю. И., Дурнев Ю. А. Редкие и малоизученные околородные птицы Предбайкалья // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2009. – Т. 18, № 495. – С. 1131–1147.
72. Мельников Ю. И., Гагина-Скалон Т. Н. Птицы озера Байкал (с конца XIX по начало XXI столетия): видовой состав, распределение и характер пребывания // Бюл. МОИП. Отд. биол., 2016. – Т. 121. – Вып. 2. – С. 13–32.
73. Мельникова Н. И., Водопьянов Б. Г., Пронкевич В. В. Видовой состав и структура населения птиц бассейна реки Тетя // Вестн. ИГСХА, 1997. – Вып. 4. – С. 16–19.
74. Напрасников А. Т. Гидролого-климатические системы: геоэкологический анализ. – Иркутск: Изд-во Ин-та Географии СО РАН, 2003. – 143 с.
75. Натыканец В. В. Встречи видов птиц в г. Братске и его окрестностях (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2018. – № 2(23). – С. 54–56.
76. Натыканец В. В. Регистрация видов птиц в г. Братске (Иркутской области) и его окрестностях в позднеосенний и зимний период // Байкал. зоол. журн., 2021. – № 1(29). – С. 129–131.
77. Оловяникова Н. М. Авифауна Байкало-Ленского заповедника // Тр. госзаповедника “Байкало-Ленский”, 2006. – Вып. 4. – С. 183–197.
78. Панова А. А. Заметки по орнитофауне окрестностей пос. Магистральный (Казачинско-Ленский район, Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2014. – № 1(14). – С. 85–90.
79. Панова А. А. О встрече овсянки годлевского *Emberiza godlewskii* в Казачинско-Ленском районе (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2014. – № 1(14). – С. 120.
80. Панова А. А. Первая встреча щегла *Carduelis carduelis* (Linnaeus, 1758) в Казачинско-Ленском районе (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 1(16). – С. 129.

81. Поваринцев А. И., Саловаров В. О., Свиридова Е. А. Результаты исследования орнитофауны государственного природного заказника регионального значения “Туколонь” (июль-сентябрь 2014 г.) // Байкал. зоол. журн., 2016. – № 2(19). – С. 87–93.

82. Попов В. В. Ранневесенняя авифауна окрестностей Ниловой Пустыни (Тункинский район, Бурятия) // Орнитологические исследования в Сибири и Монголии. – Улан-Удэ: Изд-во Бур.ГУ, 2003. – Вып. 3. – С. 232–236.

83. Попов В. В. К распространению воробьиных птиц в Баунтовской котловине (Республика Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 2. – С. 61–64.

84. Попов В. В. Интересные встречи птиц на острове Конном и в его окрестностях в 2014 г. (р. Ангара, Иркутск) // Байкал. зоол. журн., 2014. № 2(15). – С. 71–73.

85. Попов В. В. Заметки по орнитофауне окрестностей г. Тулун (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 2(17). – С. 66–69.

86. Попов В. В. Наземные позвоночные Иркутской области. Распространение и охрана. Иркутск, 2015. – 141 с.

87. Попов В. В. Интересные встречи птиц в Иркутской области в полевой сезон 2015 г. // Байкал. зоол. журн., 2016. – № 1(18). – С. 105–107.

88. Попов В. В. Заметки по орнитофауне западных районов Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2019. – № 2(25). – С. 68–71.

89. Попов В. В. Встречи птиц в окрестностях г. Киренска и пос. Ербогачен (Иркутская область) в июне 2021 г. // Байкал. зоол. журн., 2021. – № 2(30). – С. 98–101.

90. Попов В. В. Встречи птиц в северных районах Иркутской области в полевой сезон 2022 года // Байкал. зоол. журн., 2022. – № 2(32). – С. 77–81.

91. Попов В. В., Ананин А. А. К орнитофауне долины р. Заза (Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 1. – С. 58–65.

92. Попов В. В., Ананин А. А. Заметки по орнитофауне Еравнинских озер и их окрестностей (Бурятия). Воробьиные // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 3. – С. 77–83.

93. Попов В. В., Поваринцев А. И. Заметки по орнитофауне долины р. Малой Белой (Черемховский район, Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 2(17). – С. 70–72.

94. Попов В. В., Поваринцев А. И., Фефелов И. В. Встречи птиц в северных районах Иркутской области: полевой сезон 2021 года // Байкал зоол. журн., 2022. – № 1(31). – С. 73–77.

95. Попов В. В., Серышев А. А., Куницын А. А. Заметки по летней орнитофауне верхнего течения р. Чоны (Катангский район Иркутской области) // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 1. – С. 69–75.
96. Попов В. В., Серышев А. А. К орнитофауне долины р. Киренга (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2014. – № 2(15). – С. 74–80.
97. Попов В. В., Серышев А. А. Заметки по орнитофауне Братского района (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2016. – № 2(19). – С. 94–96.
98. Попов В. В., Серышев А. А. К орнитофауне долины р. Ханда (Иркутская область, Казачинско-Ленский район) // Байкал. зоол. журн., 2016. – № 2(19). – С. 97–100.
99. Преловский В. А. Формирование зимнего населения птиц г. Иркутска // Байкал. зоол. журн., 2011. – № 2(7). – С. 81–90.
100. Пыжъянов С. В. К изменению ареалов некоторых видов воробьиных птиц в Восточной Сибири // Птицы Сибири. – Горно-Алтайск: Горно-Алтайск. ГПИ, 1983. – С. 97–99.
101. Пыжъянов С. В. Список птиц побережья Малого моря и прилегающих территорий // Тр. Прибайкальского НП, 2007. – Вып. 2. – С. 218–229.
102. Пыжъянов С. В., Тупицын И. И., Попов В. В. К изучению птиц окрестностей дельты р. Голоустной // Байкал. зоол. журн., 2010. – № 1(4). – С. 65–70.
103. Равкин Е. С., Челинцев Н. Г. Методические рекомендации по комплексному маршрутному учету птиц. Репринт. – М.: Изд-во Госкомприроды СССР, 1990. – 33 с.
104. Рогачева Э. В. Птицы Средней Сибири. – М.: Наука, 1988. – 309 с.
105. Рябицев В. К. Птицы Сибири: справочник-определитель в двух томах. – Москва-Екатеринбург: Изд-во “Кабинетный ученый”, 2014. – Т. 2. – 452 с.
106. Сайфутдинова Р. В. Интересные встречи птиц в окрестностях г. Усолье-Сибирское и в г. Иркутске (Иркутская область) // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 2(17). – С. 125.
107. Сониная М. В. Птицы Мунку-Сардыка (Восточный Саян) // Мир птиц, 2004. – № 3–I. – С. 19–22.
108. Сониная М. В. Зимующие птицы города Иркутска: эколого-фаунистический обзор // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 2. – С. 80–84.
109. Сониная М. В., Морошенко Н. В. Птицы диффузного города в условиях байкальского побережья // Байкал. зоол. журн., 2010. – № 1(4). – С. 71–77.

110. Сони́на М. В., Дурнев Ю. А., Медведев Д. Г. Новые и малоизученные виды авифауны Тункинского национального парка и проблема критериев в современных фаунистических исследованиях // ООПТ и сохранение биоразнообразия Байкальского региона: мат-лы регион научн.-практич. конф., посвящ. 15-летию образования гос. заповедника «Байкало-Ленский». – Иркутск: Изд-во Листок, 2001. – С. 82–88
111. Стопалов В. С., Вартапетов Л. Г., Бурский О. В. К орнитофауне Западной и Средней Сибири // Мат-лы научн. совеща. зоологов пед. ин-тов. – Владимир: Изд-во Владимир ГПИ, 1973. – С. 338–339.
112. Сумъя Д., Скрябин Н. Г. Птицы Прихубсугулья, МНР. – Иркутск: Изд-во ИГУ, 1989. – 189 с.
113. Тугаринов А. Я. Птицы Приенисейской Сибири. Список и распространение // Записки Зап.-Сиб. отделения РРГО. – Красноярск, 1927. – Т. 1, вып. 1. – С. 1–43.
114. Тугаринов А. Я., Бутурлин С. А. Материалы по птицам Енисейской губернии // Записки Красноярск. подотдела Вост.-Сиб. отд-ния ИРГО по физ. Географии. – Красноярск, 1911. – Т. 1, вып. 24. – 440 с.
115. Тупицын И. И. К изучению авифауны северных районов Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2009. – № 1. – С. 81–86.
116. Тупицын И. И., Оловяникова Н. М. Фаунистические заметки о птицах “Лебединых озер” (Казачинско-Ленский район) // Байкал. зоол. журн., 2013. – № 1(12). – С. 87–93.
117. Фефелов И. В. Дополнение к наблюдениям обыкновенной зеленушки *Chloris chloris* в Иркутской области // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып. – 2001. – № 163. – С. 906–907.
118. Фефелов И. В. Видовой состав и количество птиц на участке Кругобайкальской железной дороги Ангасольская-Баклань в июне 2008 и 2014 гг. // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 1(16). – С. 110–112.
119. Фефелов И. В. Птицы верховий р. Куленга в июле 2015 г. // Байкал. зоол. журн., 2015. – № 2(17). – С. 73–75.
120. Фефелов И. В. К летней авифауне центральных частей Балаганского и Жигаловского районов Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2021. – № 1(29). – С. 82–85.
121. Фефелов И. В. Обзор новых и редких находок птиц в Иркутской области и Республике Бурятия в 2021 г. // Байкал. зоол. журн., 2022. – № 1(31). – С. 148–149.
122. Фефелов И. В., Баскаков В. В. Редкие виды птиц в дельте Селенги и их охрана // ООПТ и сохранение биоразнообразия Байкальского региона. Мат. регион. научно-практич. конф., посвящ. 15-летию образования гос. заповедника «Байкало-Ленский». – Иркутск, 2001. – С. 88–99.

123. Фефелов И. В., Тупицын И. И., Подковыров В. А., Журавлев В. Е. Птицы дельты Селенги. – Иркутск: ЗАО “Вост.-Сиб. изд. компания”, 2001. – 320 с.
124. Фефелов И. В., Воронова А. А., Боровская М. К. Гнездование зеленушки *Chloris chloris* в Иркутске в 2022 году // Рус. орнитол. журн. Экспресс-вып., 2022. – Т. 31, № 2213. – С. 3399–3401.
125. Хасанов Г. С., Богданович В. А. Интересные встречи птиц в республике Бурятия и Иркутской области // Байкал. зоол. журн., 2021. – № 2(30). – С. 126–127.
126. Холин А. В. Коноплянка (*Acanthis cannabina*) в Предбайкалье: распространение, статус пребывания // Современные проблемы орнитологии Сибири и Центральной Азии. – Иркутск: Изд-во ИНЦХТ, 2018. – С. 239–243.
127. Холин А. В., Преловский В. А. Заметки по орнитофауне хребта Мунку-Сардык и его окрестностей (Бурятия) // Байкал. зоол. журн., 2012. – № 3(11). – С. 106–109.
129. Шведов И. Г. Летние и осенние заметки в Иркутске // Природа и охота, 1882 (март). – Т. 1. – С. 70–73.
130. Шкатулова А. П. Материалы по орнитофауне Бурятской АССР // Орнитология. – М.: Изд-во МГУ, 1979. – Вып. 14. – С. 97–107.
131. Эрнст С., Эрнст К. Орнитологические заметки из путешествия через хребет Хамар-Дабан в Центральной Сибири (Россия) // Байкал. зоол. журн., 2022. – № 1(31). – С. 78–106.
132. Юдин К. А. Наблюдения над распространением и биологией птиц Красноярского края // Тр. ЗИН АН СССР, 1952. – Т. 9, вып. 4. – С. 1029–1060.
133. Lönnberg E. Notes on birds, collected by m-r Otto Bamberg in Southern Transbaicalia and Northern Mongolia // Archive for Zool., 1909. – Bd. 5, № 9. P. 1–42.
134. Brazil M. Birds of East Asia: Eastern China, Taiwan, Korea, Japan and Eastern Russia. – London: Christopher Helm Press, 2009. – 528 с.
135. MacKinnon J., Phillips K. and Fen-qi H. A field Guide to the Birds of China. – Oxford: Oxford University Press, 2000. – 586 p.
136. Sundev G. and Leahy Ch. Birds of Mongolia. – Helm: Bloomsbury Publishing Plc., 2019. – 1314 p.

DOI 10.34660/INF.2026.52.91.058

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОБЗОР: СИНДРОМ ИЗБЫТОЧНОГО БАКТЕРИАЛЬНОГО РОСТА В КЛИНИЧЕСКОЙ ПРАКТИКЕ

Мараховский Юрий Харитонович

доктор медицинских наук, профессор

Карасева Г. А.

Белорусский государственный медицинский университет,

Минск, Республика Беларусь

Аннотация. В статье изложены актуальные сведения о патогенезе, клинической картине и методах диагностики синдрома избыточного бактериального роста (СИБР) с позиции системного влияния микробиоты на организм пациента (ось «кишечник – орган»). Особое внимание уделено стандартизации диагностических дыхательных тестов, интерпретации их результатов в зависимости от типа продуцируемого газа (водород/метан) и дифференцированному подходу к доказательной антибактериальной терапии.

Введение: актуальность темы, цели и задачи.

Словарь терминов: тема содержит специфическую лексику.

Синдром избыточного бактериального роста (СИБР)/Small bowel bacterial overgrowth/синдром избыточного бактериального роста в тонком кишечнике/ – заболевание, характеризующееся нарушением состава микробиоты тонкой кишки, проявляющееся изменением кишечной моторики, развитием мальабсорбции и сопровождающееся нарушением локального и системного иммунного ответа [1]. Данное определение указано в Международной классификации болезней 11 пересмотра (МКБ-11), в которой имеется нозологическая форма заболевания DA96.00 – СИБР.

Интенсивность исследований СИБР (2015–2025). Общий статус и динамика исследований.

Тема избыточного бактериального роста в тонкой кишке (СИБР) находится в фазе активного изучения. Только в базе ScienceDirect за указанный период представлено 109 ключевых результатов. Исследовательский фокус сместился с простого признания СИБР как патологии к глубокому изучению механизмов его влияния на системные заболевания через ось «кишечник-орган» (печень, мозг, почки).

Ключевые направления исследований.

Признано, что СИБР является одним из особых вариантов расстройств микробима и/или микробиоты человека. Результаты метаболомики в группе пациентов с СРК выявили связь между определенными бактериями и производными желчных кислот: 3-гидрокси-цис-5-тетрадеценилкарнитином, холилтриптофаном и нутриахолевой кислотой. Эти метаболиты участвуют в транспорте и метаболизме жирных и желчных кислот, что, как считается, способствует развитию патологии. В группе пациентов с СИБР наблюдается связь между определенными бактериями и метаболитическими компонентами, такими как, эпиандростероном и гомогентизиновой кислотой. Отмечается, что функциональные нарушения в группе пациентов с СИБР в основном связаны с нарушениями метаболизма аминокислот и энергетического обмена. Обогащение газообразующими бактериями при СИБР может влиять на метаболизм тирозина и регуляцию энергии, приводя к таким симптомам, как вздутие живота и запор. Одно из последних исследований дополнительно проясняет различия в патогенезе заболеваний с точки зрения микробиома кишечника. Микробиота кишечника и метаболиты могут служить клиническими биомаркерами для дифференциации СРК и СИБР [Lu S, Chen Y, Guo H ... Differences in clinical manifestations and the fecal microbiome between irritable bowel syndrome and small intestinal bacterial overgrowth Digestive and Liver Disease, 2024; 56, 2027–2037].

1.2 Этиология и патофизиология заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний).

Стресс, определяемый как острая угроза гомеостазу, оказывает как краткосрочное, так и долгосрочное воздействие на функции желудочно-кишечного тракта. Воздействие стресса приводит к изменениям взаимодействия между мозгом и кишечником («ось мозг-кишечник»), что в конечном итоге ведет к развитию широкого спектра желудочно-кишечных расстройств, включая воспалительные заболевания кишечника (ВЗК), синдром раздраженного кишечника (СРК) и другие функциональные заболевания желудочно-кишечного тракта, неблагоприятные реакции на пищевые антигены, язвенную болезнь и гастроэзофагеальную рефлюксную болезнь (ГЭРБ). Основные последствия стресса для физиологии кишечника включают: 1) изменения моторики желудочно-кишечного тракта; 2) усиление висцерального восприятия; 3) изменения желудочно-кишечной секреции; 4) повышение кишечной проницаемости; 5) негативное воздействие на регенеративную способность слизистой оболочки желудочно-кишечного тракта и кровотока в слизистой оболочке; и 6) негативное воздействие на кишечную микробиоту.

Тучные клетки (ТК) являются важными эффекторами оси «мозг-кишечник», преобразуя сигналы стресса в высвобождение широкого спектра

нейротрансмиттеров и провоспалительных цитокинов, которые могут существенно влиять на физиологию желудочно-кишечного тракта.

Микробиота желудочно-кишечного тракта является важной составляющей благополучия здорового человека. К основным функциям кишечной микробиоты относятся защита организма от патогенных микроорганизмов, поддержание регуляции иммунного ответа, участие в метаболизме нутриентов, а также синтез ряда незаменимых метаболитов и витаминов (например, короткоцепочечных жирных кислот, вторичных желчных кислот, витаминов группы В и витамина К).

Ключевые точки для клинициста:

- Асимметрия субстрата (3:1): Наглядно демонстрирует, почему пул гликоконъюгатов принимает на себя основной удар бактериальной деконъюгации.
- Эффект детергента: Показывает, что свободные желчные кислоты действуют как химические повреждающие агенты мембран, физически слипая дисахаридазные комплексы.
- Качественный вклад таурина ((H₂S)): Несмотря на меньший объем, данный путь генерирует высокотоксичный сероводород, замыкающий порочный круг альтерации ворсинок тонкой кишки.

Изменения методологии оценки. Диспропорция знаний о микробиоте кишечника человека была индуцировано преимущественно культуральным методом оценки состава микрофлоры. Как отмечено в многочисленных исследованиях, этот подход является кропотливым, трудоёмким, и ограниченным в возможностях, так как большинство разновидностей микроорганизмов фекалий являются анаэробами (погибают в аэробной среде) и не культивируются при использовании стандартных микробиологических методов [1], или микроорганизмы не являются нежизнеспособным в процессе обработки материала для исследования [2].

Для дополнительной оценки наличия публикаций высокого рейтинга использован портал academic.research.microsoft.com. Всего обнаружено 21,990 публикаций. Первая пятерка журналов с наибольшим числом публикаций выглядит так: Scientific Reports, Frontiers in Microbiology, PLOS ONE, bioRxiv, Microbiome. Первая пятерка учреждений по рейтингу:

1. Harvard University, 2. University of Copenhagen, 3. University College Cork, 4. Wageningen University and Research Centre, 5. University of Gothenburg. По ключевому слову «Gastrointestinal Microbiome» всего публикаций – 1,997. Рейтинги журналов: Scientific Reports, PLOS ONE, Gut microbes, Microbiome, World Journal of Gastroenterology. Рейтинги учреждений: 1. Harvard University, 2. University of Colorado Boulder, 3. Washington University in St. Louis, 4. Broad Institute, 5. University of Copenhagen.

В базе данных Международного проспективного реестра систематических обзоров (PROSPERO) обнаружено 167 обзоров, посвященных

кишечному микробиому. Темы обзоров охватывают практически все разделы медицины: при физических упражнениях, ожирении, контроле массы тела, болезни Альцгеймера и Паркинсона, сахарном диабете, рассеянном склерозе, невынашивании беременности, дерматитах, заболеваниях органов пищеварения и т.д. Однако, завершённых обзоров всего пять.

Следует обратить внимание на наличие международно акцептированных терминов и понятие, имеющих существенное практическое значение.

Микробиота (Microbiota) – микробное сообщество, включая бактерии и вирусы, которое занимает данную среду обитания. В медицинских предметных рубриках (MeSH) базы данных PubMed в 2014г введено следующее определение микробиоты – полный набор микробов (бактерий, грибов, вирусов и т.д.), которые естественным образом существуют в определенной биологической нише, такой как организм, почва, водоем и т.д.

Микробиом (Microbiom): сообщество микроорганизмов, связанных с человеческим телом, при этом их коллективные гены составят метагеном (из ПМЧ). В последние годы микробиом обычно используется чтобы обозначить коллективные геномы членов данного микробного сообщества. В медицинских предметных рубриках (MeSH) базы данных PubMed в 2018 г. введено понятие гастроинтестинальный микробиом (Gastrointestinal Microbiome) – все микроорганизмы, которые естественным образом существуют в желудочно-кишечном тракте.

Дополнительно представлены определения следующих терминов: дисбиоз (Dysbiosis), Филотип (Phylotype), Таксон (Taxon), Биоценоз (Biocenosis), Комменсалы (Commensals), Нутриенты (Nutrients), Энтеротипы (Enterotype), Избыточно проницаемый кишечник (Permeable Intestine), Синдром избыточного бактериального роста (СИБР) (Small bowel bacterial overgrowth – SIBO). Следует обратить внимание на две позиции. Первая – основные термины введены в последние пять лет, следовательно, поиск в более поздние годы не даёт объективных результатов. Вторая – имеются частичные несоответствия в определении микробиоты и микробиома с указанными в проекте микробиом/метагеном человека, по сравнению с медицинскими предметными рубриками. Кроме того, Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) утвердила новую Международную классификацию болезней и причин смерти 11-го пересмотра (МКБ-11), в которой имеется нозологическая форма заболевания DA96.00 – СИБР.

Разработка проекта микробиом/метагеном человека (НМР) сопровождается накоплением значительного числа исследований по микробному сообществу организма человека, однако, в процессе реализации НМР выяснилось, что требуется изменить методологический подход к оценке микробиоты (микробиома) и прежде всего, была разработана достаточно сложная

методология для идентификации и детализации характеристик совокупности микроорганизмов человека, в различных анатомических областях тела (микробиома). Результатом явилась критическая оценка использующихся культуральных микробиологических методов. Основные недостатки культуральных микробиологических методов: в первую очередь это связано с невозможностью культивирования более чем 50% представителей микробиоты человека, а в случае, когда это возможно, дороговизна классических культуральных и биохимических подходов для характеристики биоценозов накладывает более чем существенные ограничения на их применимость в массовых исследованиях. Кроме того, эти методы практически всегда основаны на получении и изучении чистой культуры микроорганизмов, что полностью исключает возможность получения представления о биоценозе микроорганизмов, как о системе. Представленные результаты диктуют необходимость пересмотра применения культурального метода для диагностики дисбиозов микробиоты кишечника в клинической практике.

Использование генетических платформ типа GS FLX (Roche), HiSeq 2000 (Illumina), SOLiD™ 4 System (Applied Biosystems) позволяет проводить глубокие метагеномные исследования не только на основании анализа генов 16S рРНК, но и по результатам полного секвенирования генов микроорганизмов, их плазмид и вирусов, что существенно облегчает создание целостной картины взаимодействия организма человека с кишечным микробиоценозом в целом за счет полной метаболической реконструкции взаимодействий внутри рассматриваемой системы. Результаты применения такого подхода показывают, что микробный состав варьируется по участкам тела и даже внутри участков тела, как и между людьми. Таким образом, хотя и установлено, что каждый анатомический отдел тела имеет свои уникальные микробные композиции, все они, похоже, функционируют единообразно в отношении межмикробного метаболизма.

Приобретают существенное значение оценка изменений распределения микробиоты по различным участкам (отделам) кишечника. Классической ситуацией является СИБР. Эти изменения микробиоты сопровождаются чрезмерным ростом и изменением состава микробиоты, в сочетании с диареей и мальнутрицией. СИБР формируется совместно с нарушением координации моторики кишечника и синдромом избыточно проницаемого кишечника (СИПК).

Диагностика синдрома избыточного бактериального роста основана на трех критериях: (а) присутствия увеличенного кишечного содержимого (объема), (b) демонстрации увеличения бактериальной концентрации, и (с) положительный ответ на терапию антибиотиком и/или пробиотиком. Диагностика СИБР проводится водородным либо углеродным дыхательным тестом. В приложении 2 описан метод диагностики СИБР. Водород H₂,

содержащийся в выдыхаемом воздухе, находящегося в состоянии покоя человека, главным образом, продуцируется в результате метаболизма микробиоты кишечника. Анаэробные бактерии метаболизируют в основном молекулы сахаров (углеводов), в результате «ферментативной реакции» (реакции брожения), при этом так же образуются короткоцепочные жирные кислоты (КЦЖК), углекислота и водород. Из КЦЖК особое внимание привлеч бутират (масляная кислота). Концентрация H_2 , измеренная в выдыхаемом воздухе, отражает количество бактерий и их метаболическую активность в кишечнике. Время, за которое концентрация водорода повышается при проведении дыхательного теста, указывает на отдел кишечника, в котором происходят процессы ферментации (брожения). Все указанное реализуется в виде водородного дыхательного теста (ВДТ) – самого простого варианта диагностики расстройств микробиоты. ВДТ нуждается в дальнейшем уточнении и валидации. Представленный вариант диагностики относится в большой группе тестов по выдыхаемому воздуху, в котором обнаружено около 1000 так называемых летучих органических соединений (Volatile Organic Compounds – VOCs). Часть их это метаболиты микробиоты кишечника и активно исследуется при различных заболеваниях.

Прослеживаются пять основных направлений в исследованиях по кишечному микробиому: 1. Использование сигнатур микробиома в качестве биомаркеров для выявления заболеваний; 2. Использование энтеротипов для классификации людей по риску заболевания и особенностям фармакокинетики лекарственных средств; 3. Использование для терапевтических целей антибактериальных, противовоспалительных и других малых молекул, которые производится членами сообщества микробиома; 4. Разработка новых штаммов микробиома для стимуляции Т-клеток, антимикробных факторов, доставки лекарств; 5. Разработка биомаркеров виroma или других представителей микробиома для терапевтических или диагностических целей. Создана специальная международная группа Microbiome Therapeutics Innovation Group. Начиная с 2017 года в США, на регуляторном уровне, идет активное обсуждение микробиомной терапии, прежде всего с акцентом на безопасность трансплантации фекальной микробиоты.

2. Особенности микробиоты тонкой кишки.

Кишечная микробиота тонкой кишки представлена преимущественно бактериями типов Bacteroidetes и Firmicutes, в несколько меньшей степени – представителями Actinobacteria, Fusobacteria, Verrucomicrobia, Proteobacteria и Cyanobacteria [1, 4]. Микробный пейзаж в различных отделах тонкой кишки (двенадцатиперстной, тощей и подвздошной) отличается соотношением микробных представителей, преимущественно относящихся к типу Firmicutes. Это связано с тем, что по мере продвижения от проксимального отдела кишки

к дистальному изменяются условия для существования микробных клеток. Так, состав микробиоты двенадцатиперстной кишки и проксимального отдела тощей кишки представлен преимущественно грамположительными аэробными бактериями. Их избыточное размножение подавляется агрессивной средой верхних отделов желудочно-кишечного тракта (ЖКТ):

- бактерицидной активностью первичных желчных кислот
- активностью пищеварительных ферментов и соляной кислоты
- пропульсивной перистальтикой
- низким кислотно-основным соотношением (pH)

В дистальных отделах тощей кишки и в подвздошной кишке активность сдерживающих факторов ослабевает, что создает более благоприятные условия для размножения бактерий – в двенадцатиперстной кишке их количество составляет $10-10^3$ колониеобразующих единиц на миллилитр (КОЕ/мл), в тощей – 10^4-10^7 КОЕ/мл, в подвздошной – 10^3-10^7 КОЕ/мл. Микробные антигены (липополисахариды, липид А, пептидогликаны, жгутики, бактериальная ДНК или РНК) сенсибилизируют клетки Панета, которые в ответ экспрессируют противомикробные пептиды широкого спектра действия, например, кателицидин, дефензины, фосфолипазу А2, лектин С-типа и другие [5]. Сенсибилизация клеток Панета, относящихся к иннативному (врожденному) иммунитету, опосредованно активирует локальный адаптивный (приобретенный) иммунный ответ. Это проявляется синтезом иммуноглобулинов класса IgA плазматическими клетками и дифференцировкой CD4⁺ лимфоцитов в Т-хелперные лимфоциты 17 типа (Th17). Таким образом осуществляется локальный иммунно-опосредованный клиренс избытка бактерий дистального отдела тонкой кишки без развития системного воспалительного ответа [4, 5].

Избыточная бактериальная нагрузка тонкой кишки, определяющая развитие СИБР, формируется преимущественно грамотрицательными аэробами и анаэробами, среди которых чаще выявляются представители *Escherichia*, *Enterococcus* spp., *Klebsiella* и *Proteus* [11]. По сравнению со здоровыми добровольцами в составе аспирата тонкой кишки таких пациентов обнаруживалось повышение численности представителей типа *Proteobacteria* (в 4,31 раза), уменьшение доли бактерий типа *Firmicutes* (в 1,64 раза), снижение микробного α -разнообразия. Кроме этого, была выявлена прямая связь между обилием семейства *Enterobacteriaceae* (класс *Gammaproteobacteria*) и выраженностью вздутия живота, а также между увеличением количества представителей семейства *Aeromonadaceae* и частотой императивных позывов на дефекацию [13]. В роли единственных микроорганизмов, формирующих избыточное микробное изобилие, могут выступать метаногенные археи, например, *Methanospaera stadtmanii* и *Methanobrevibacter smithii* [14].

3. Патогенетические механизмы, определяющие развитие СИБР.

Патогенетические механизмы, определяющие развитие СИБР, основаны на изменении метаболических и иммунологических процессов в тонкой кишке:

в результате активного расщепления углеводов образуется избыток продуктов бактериального метаболизма (например, H_2 , CH_4 , H_2S , CO_2), которые обуславливают развитие висцеральной гиперчувствительности, вздутия живота и диареи [16] (образующийся сульфид водорода дополнительно оказывает прямое повреждающее действие на энтероциты, а также стимулирует провоспалительный ответ за счет активации нуклеарного фактора транскрипции NF κ B [17])

- увеличивается количество производимого метана (особенно при избыточном росте метаногенных археев, которых большинство авторов считает основными продуцентами метана), что приводит к замедлению моторики толстой кишки и ведет к развитию вздутия живота и симптомов запора [15, 16, 18]

- поддерживается воспаление низкой степени выраженности вторичными желчными кислотами (преимущественно литохоевой кислотой) и побочными продуктами метаболизма жирных кислот, что приводит к повышению проницаемости слизисто-эпителиального барьера тонкой кишки [19].

- возникает вторичная недостаточность дисахаридаз при повреждении щеточной каймы энтероцитов, что влечет за собой мальдигестию олигосахаридов и последующую мальабсорбцию моносахаридов [19].

- усиливается микробное расщепление аминокислот и низкомолекулярных белков в тонкой кишке, ведущее к развитию мальабсорбции [19].

- снижается всасывание жиров и жирорастворимых витаминов в результате избыточной деконъюгации солей желчных кислот, что также приводит к симптомам мальабсорбции [20]

- нарастает конкуренция между организмом человека и микробиотой тонкой кишки за витамины B1, B2, B3, B5 и B12 (вследствие повышения количества утилизирующих эти витамины бактерий) [21, 22, 23]

- возрастает доля синтезируемых бактериями токсических метаболитов (аммиака, D-лактата и бактериальных пептидогликанов [19])

- нарушается проницаемость эпителиального барьера и усиливается бактериальная транслокация [24]

- нарастает напряженность локального и системного иммунного ответа за счет повышения пула провоспалительных цитокинов (IL-1a, IL-1b, IL-6 и фактора некроза опухоли альфа TNF- α) [25, 26].

Вышеуказанные механизмы приводят к клиническим проявлениям заболевания, а также ухудшают течение хронических неинфекционных заболеваний. Например, за счет повышения провоспалительного иммунного ответа СИБР отягощает клиническое течение и ухудшает краткосрочный прогноз

у больных с розацеа [52], циррозом печени [24, 53], хронической сердечной недостаточностью [45]) и бронхиальной астмой [46].

Факторами риска развития СИБР являются состояния, при которых нарушается физиологическая элиминация избытка бактерий в тонкой кишке и/или создаются благоприятные условия для их пролиферации. К таковым относятся:

- нарушение моторики тонкой и толстой кишки [27-31]
- нарушение анатомической целостности кишечника после хирургического вмешательства [32]
- дисфункция илеоцекального клапана [33]
- гипохлоргидрия в желудке [34, 35]
- воспаление в тонкой и толстой кишке [27]
- иммунодефицит (включая врожденный, приобретенный, селективный иммунодефицит IgA [19, 36])
- снижение пула первичных желчных кислот [37]
- мальдигестия или мальабсорбция различной этиологии [31, 38, 39].

Наиболее дискуссионные позиции.

Причинно-следственная связь между SIBO и стеатозом. Некоторые исследования показывают ассоциацию между SIBO и стеатозом, особенно у пациентов с ожирением или метаболическим синдромом. Однако метаанализы и крупные когорты не подтверждают устойчивую связь с прогрессированием фиброза или NASH2.

Роль эндотоксинов (LPS) в патогенезе МАЖБП. Хотя LPS-индуцированная активация TLR4 и воспаления печени активно обсуждается, клинические данные о концентрациях LPS и их корреляции с тяжестью стеатоза остаются противоречивыми.

Диагностика SIBO. Использование дыхательных тестов (глюкозного, лактулозного) вызывает споры из-за низкой чувствительности и специфичности. Это затрудняет воспроизводимость результатов и интерпретацию связи с печёночными патологиями.

Влияние диеты (например, средиземноморской) при SIBO + МАЖБП. Хотя средиземноморская диета полезна при стеатозе, она может усугублять симптомы SIBO (вздутие, боль) из-за высокого содержания FODMAP-продуктов, что снижает приверженность терапии.

Наименее изученные/перспективные направления:

- Микробиом тонкой кишки при SIBO и стеатозе. Большинство исследований фокусируются на фекальном микробиоме. Микробиота тонкой кишки остаётся «чёрным ящиком» из-за трудностей в заборе материала и анализа.

- Типы SIBO (метано-, водород-продуцирующий) и их влияние на печень. Разные типы бактериального роста могут по-разному влиять на проницаемость кишечника, продукцию LPS и воспаление, но это почти не изучено.

- Роль микробных метаболитов (например, этанола, ТМАО, SCFA) Некоторые метаболиты (например, эндогенный этанол от *E. coli*) могут усиливать стеатоз, но клинические данные фрагментарны.

- Динамика оси «кишечник–печень» при интервенциях Влияние антибиотиков, пробиотиков, FMT или диет на микробиоту и печень изучается, но долгосрочные эффекты и механизмы остаются неясными.

Уже сегодня указывается на значение дифференциации вариантов СИБР. Дифференциация подтипов SIBO Разные типы газов отражают активность различных микробных популяций:

- о Водород – продукт ферментации углеводов бактериями; ассоциирован с диареей.

- о Метан – синтезируется археями (*Methanobrevibacter smithii*) из водорода; замедляет моторику, связан с запорами.

- о Сероводород (H_2S) – образуется сульфатредуцирующими бактериями (*Desulfovibrio*, *Fusobacterium*); может вызывать воспаление, нарушать барьерную функцию и модулировать нейротрансмиттерные пути.

Особенности кодирования СИБР.

Кодирование по Международной статистической классификации болезней и проблем, связанных со здоровьем.

По МКБ 10 (возможный вариант): K63.8 Другие уточненные болезни кишечника.

Классификация заболевания или состояния (группы заболеваний или состояний). Общепринятой системы классификации СИБР не существует. Некоторые авторы отдельно выделяют СИБР, выявленный при проведении дыхательного теста с анализатором водорода («водородный» СИБР) или метана («метаногенный» СИБР) в выдыхаемом воздухе, что подразумевает избыточный рост водород-продуцирующих или метаногенных микроорганизмов [50]. Однако такая классификация является условной.

Достижения в оценке метаногенного варианта СИБР,

Воспалительный эффект метана связан с его способностью снижать окислительный стресс и модулировать сигнальные пути воспаления, включая подавление продукции провоспалительных цитокинов и активации NF- κ B. Исследования показывают, что метан действует как газовый медиатор, подобно оксиду азота или сероводороду, и оказывает защитное влияние на ткани при воспалительных процессах.

Метан в выдыхаемом воздухе

Клиническое значение.

- Повышенный уровень метана связан с замедленной моторикой кишечника, хроническими запорами, вздутием живота.

- Диагностика: дыхательные тесты применяются для выявления синдрома избыточного бактериального роста (SIBO) и оценки состояния микробиоты.
- Норма vs патология: низкие уровни (до 5 ppm) считаются физиологическими, а устойчивое повышение выше 10 ppm требует клинической интерпретации.

Клиническая картина СИБР.

Характерной особенностью клинической картины СИБР являются жалобы на вздутие живота, а также на абдоминальную боль и диарею (в ряде случаев могут наблюдаться симптомы запора при обилии метаногенных микроорганизмов в тонкой кишке) [14]. Оценить распространенность данных симптомов и выявить преобладающий не представляется возможным [18].

Приводятся данные о том, что около трети пациентов не предъявляют вышеуказанных жалоб, однако могут испытывать симптомы осложнений, характерных для СИБР. К таковым относятся проявления мальабсорбции – стеаторея, похудание и слабость, а также неврологические расстройства, вызванные дефицитом витаминов группы В, и симптомы, ассоциированные с гиповитаминозом жирорастворимых витаминов А, D3, Е (дефицит витамина К при СИБР, как правило, не наблюдается) [3, 20, 49, 51]. К другим клиническим проявлениям нарушенного локального и системного иммунного ответа при СИБР относят частые обострения хронических неинфекционных заболеваний или менее благоприятное их течение, что во многом связано с повышением уровня провоспалительных цитокинов в кровотоке при СИБР [81].

Возможности и ограничения диагностики СИБР.

Традиционные критерии установления диагноза: диагноз СИБР устанавливается на основании клинических, анамнестических и инструментальных данных.

Жалобы и анамнез

Характерные для пациентов с СИБР жалобы описаны в разделе 1.6 «Клиническая картина». При расспросе больного важно обратить внимание на анамнез жизни с целью уточнения возможных факторов риска развития СИБР (см. разделы 1.2 «Этиология и патогенез заболевания»). Степень обсемененности тонкой кишки бактериями не коррелирует с активностью заболевания и выраженностью симптомов, что затрудняет диагностику СИБР на основании только клинических и лабораторных данных.

Физикальное обследование.

Объективный осмотр пациентов с СИБР чаще всего позволяет выявить умеренную боль при пальпации живота в околопупочной области, выраженный тимпанический звук при перкуссии живота и хаотичную кишечную перистальтику при аускультации.

При развитии гиповитамиоза жирорастворимых витаминов и витаминов группы В (чаще всего наблюдается дефицит витамина В12 – цианокобаламина)

у пациентов с СИБР могут наблюдаться соответствующие изменения кожи, ногтей, волос, языка, неврологические нарушения [20, 49, 55, 56].

Лабораторные диагностические исследования

Специфические отклонения показателей в рутинных лабораторных анализах крови и кала не характерны для СИБР. Неспецифические изменения показателей наблюдаются при вызванной СИБР мальабсорбции, однако в большинстве случаев они выражены незначительно.

Рекомендуется пациентам с СИБР при наличии лабораторных данных в пользу гиперхромной макроцитарной анемии, определение уровня витамина В12 (цианокобаламина) в крови и/или исследование уровня фолиевой кислоты в сыворотке крови для диагностики дефицита цианокобаламина, обусловленного СИБР [20, 51].

Не рекомендуется исследование уровня кальпротектина в кале у пациентов с подозрением на СИБР для диагностики заболевания [57, 58]. Отдельные клинические исследования демонстрируют достоверное повышение уровня кальпротектина у пациентов с системной склеродермией и болезнью Крона при СИБР [57, 58]. Убедительные данные в пользу исследования уровня фекального кальпротектина среди всех пациентов с подозрением на СИБР не приводятся.

Инструментальные диагностические исследования.

К специфической диагностике СИБР относятся культуральное исследование аспирата тонкой кишки и дыхательные тесты [59, 60]. Оба метода имеют свои преимущества и недостатки.

Рекомендуется проведение культурального исследования аспирата тонкой кишки с подсчетом колоний микроорганизмов пациентам с подозрением на СИБР для верификации заболевания [59], но лучше оценка молекулярно – диагностическими методами.

Уровень убедительности рекомендаций А (уровень достоверности доказательств – 1). Исторически предполагалось, что микробный состав тонкой кишки считается избыточным при выявлении $\geq 1 \times 10^5$ КОЕ в миллилитре аспирата. Однако это представление было основано на ранних исследованиях при участии пациентов с синдромом слепой петли и не учитывало микробный пейзаж больных с сохранной анатомической целостностью тонкой кишки. Последующие систематические обзоры продемонстрировали низкую валидность данного критерия, поэтому в настоящее время пороговым значением избыточного роста для СИБР считается $\geq 1 \times 10^3$ КОЕ в мл аспирата поверхности слизистой оболочки. [59]. Несмотря на недостатки, в ряде публикаций культуральный метод признается как «золотым стандартом» для верификации СИБР [15, 54].

• Рекомендуется проведение эзофагогастродуоденоскопии пациентам с подозрением на СИБР для проведения аспирации содержимого проксимальных

отделов тонкой кишки с последующим культуральным анализом [54]. При эзофагогастродуоденоскопии у больных с СИБР в редких случаях могут встречаться неспецифические эндоскопические находки в двенадцатиперстной кишке: отек, обеднение васкуляризации. Морфологические изменения биоптатов тонкой кишки у таких больных также неспецифичны и могут быть представлены внутриэпителиальным лимфоцитозом, повышением числа нейтрофилов и эозинофилов, назначительным уплощением ворсинок [63].

Основная рекомендация в серии работ. Рекомендовано проведение водородного дыхательного теста с углеводной нагрузкой пациентам с подозрением на СИБР для диагностики заболевания [54, 59, 60, 64–68].

Концентрация водорода или метана в воздухе определяется в миллионных долях (parts per million, ppm) с помощью газового хроматографа или специального газового анализатора, оснащенного электрохимическими и/или инфракрасными сенсорами. Пробу воздуха отбирают последовательно, начиная с нулевой точки (натошак, непосредственно перед приемом углеводного субстрата) с интервалом 15 минут. Прирост уровня метаболитов в первые 90 минут отражает ферментативную активность микробиоты в тонкой кишке, свыше 90 минут – в толстой [64–66].

Для уменьшения разброса регистрируемых данных при заборе выдыхаемого воздуха пациенту необходимо сделать глубокий вдох, задержать дыхание на 15 секунд, после чего медленно выдохнуть в атмосферу приблизительно 50% от объема вдоха и только затем выдохнуть в газоанализатор или в мешок (пакет) для сбора образцов выдыхаемого воздуха. Подобная процедура позволяет уменьшить влияние функционального «мертвого» пространства (около 150–200 мл) и проводить измерение порции альвеолярного воздуха, максимально отражающего концентрацию исследуемых газовых метаболитов в венозной крови [60, 67]. Некоторые газовые анализаторы способны автоматически определять концентрацию газовых метаболитов исключительно в альвеолярной порции выдыхаемого воздуха и позволяют не прерывать выдох.

В отличие от культурального исследования аспирата тонкой кишки, дыхательный тест является недорогим, неинвазивным, простым и широкодоступным методом для выявления СИБР. Однако существуют следующие недостатки:

- на содержание водорода и/или метана в выдыхаемом воздухе напрямую оказывает влияние состав тонкокишечной микробиоты – метаногенные археи утилизируют H_2 для восстановления CO_2 до CH_4 , а сульфатредуцирующие бактерии утилизируют H_2 для образования H_2S [54, 60];
- затруднена оценка состава микробиоты, формирующей избыточный микробный рост. Приводятся данные о положительной корреляции между уровнем

представителей класса Gammaproteobacteria и семейства Enterobacteriaceae, площадью под кривой для H₂ в течение первых 90 минут дыхательного теста с #лактозой** и выраженностью вздутия живота при СИБР [13];

- анализаторы воздуха, способные одновременно оценивать концентрацию водорода и метана, зачастую более экономически затратные;
- у пациентов с ускоренной или замедленной моторикой тонкой кишки высока вероятность ложноположительного или ложноотрицательного результата [68].

По сравнению с культуральным методом, чувствительность дыхательного теста с #декстрозой** варьирует от 20 до 93 %, специфичность – от 30 до 86 %. Для дыхательного теста с #лактозой** эти показатели составляют 31–68 % и 44–100 %, соответственно [64].

Рекомендовано соблюдение мер подготовки перед проведением дыхательного теста пациентам с подозрением на СИБР для увеличения диагностической ценности результата исследования [65–67]. Основные меры подготовки направлены на исключение факторов, влияющих на перистальтику тонкой кишки и количество микроорганизмов в её просвете на момент исследования. Это позволяет провести более точный и естественный анализ концентрации метаболитов микробного происхождения в выдыхаемом воздухе в ответ на углеводную нагрузку [65–67].

Перед проведением дыхательного теста необходимо:

- за 4 недели: избегать приема антибактериальных препаратов системного действия (в том числе и внутривенного введения), кишечных противомикробных препаратов и пробиотиков (противодиарейных микроорганизмов);
- за 2 недели: избегать проведения эндоскопических или хирургических вмешательств, требующих подготовки толстой кишки слабительными средствами;
- за 1 неделю: исключить прием препараты для лечения функциональных нарушений желудочно-кишечного тракта (включая стимуляторы моторики желудочно-кишечного тракта, слабительные средства, противодиарейные, кишечные противовоспалительные и противомикробные препараты, другие противодиарейные препараты). При невозможности их отмены на рекомендуемый период допустимо исключить прием за 48 часов до проведения теста;
- за 24 часа: исключить из рациона алкоголь и богатые низкоабсорбируемыми углеводами и растительными волокнами продукты (например, овощи, фрукты, крупы, злаки)
- за 8–12 часов: голодать (допустимо пить воду);
- в день исследования: отказ от курения (ввиду повышения концентрации водорода в выдыхаемом воздухе непосредственно после курения);
- за 2 часа: избегать интенсивной физической нагрузки (возникающая гипервентиляция снижает концентрацию водорода в выдыхаемом воздухе);

• непосредственно перед проведением дыхательного теста необходимо тщательно санировать ротовую полость (для избежания ложного прироста количества водорода за счет активности оральной микробиоты).

Рекомендовано применять #декстрозу** или #лактозу** в качестве углеводной нагрузки пациентам с подозрением на СИБР для проведения дыхательного теста [54, 59, 64, 66].

Уровень убедительности рекомендаций В (уровень достоверности доказательств – 2).

Комментарии: Рекомендованные дозы субстратов углеводной нагрузки, их сравнительная характеристика, преимущества и недостатки, а также критерии для интерпретации результатов представлены в Таблице 2 [54, 59, 64, 66]. Некоторые авторы верифицируют положительный результат лишь при наличии двух пиков прироста H₂ – в интервале до 90 минут (тонкая кишка) и после 90 минут (толстая кишка).

Таблица 1 – Особенности дыхательных тестов.

Субстрат	Количество субстрата и длительность теста	Критерии положительного результата (порог прироста от нулевой точки)	Характеристики и примечания
Декстроза	50 или 75 г #декстрозы** и 250 мл воды, перорально, однократно	≥20 ppm H ₂ (≥15 ppm H ₂ для 50 мг #декстрозы**) ≥10 ppm CH ₄	трицательный тест исключает проксимальный, но не дистальный избыточный рост бактерий Затруднителен в применении у больных сахарным диабетом
Лактулоза	10 г #лактозы** перорально, однократно (допустимо запить небольшим количеством воды)	Может ускорить моторику, давая ложноотрицательный результат Может вызвать вздутие живота или диарею Интерпретация затруднена, если выявлен единственный пик прироста в первые 90 минут	

Рекомендовано проводить дыхательный тест с оценкой уровня как водорода, так и метана пациентам с подозрением на СИБР для увеличения диагностической ценности результата дыхательного теста [16, 18, 54, 60, 66, 69].

Высокий уровень метана в выдыхаемом воздухе препятствует верной интерпретации прироста концентрации водорода при проведении дыхательного теста. Ретроспективный анализ 14043 проб выдыхаемого воздуха пациентов с СИБР в ответ на прием 10 г #лактозы** показал низкую концентрацию водорода в пробах с высоким уровнем метана ($p < 0,0001$). При

этом диагностически значимый прирост концентрации водорода (≥ 20 ppm) в последовательных пробах воздуха у пациентов с СИБР достоверно реже выявлялся у испытуемых с метан-позитивным результатом дыхательного теста (23,1 % против 55,7%; отношение рисков (ОР) = 0,20; 95 % ДИ = 0,18–0,22, $p < 0,0001$) [70]. Это связано с тем, что большинство метаногенных архей в тонкой кишке утилизируют H_2 для образования CH_4 , что потенциально влияет на измерения результат измерения уровня H_2 [16, 18, 60].

Кроме этого, метановый дыхательный тест позволяет обнаружить избыточный рост метаногенной микробиоты, что актуально при наличии симптомов запора у пациентов с подозрением на СИБР [18, 54, 66].

Лечение, включая медикаментозную и немедикаментозную терапии.

Проведение антибактериальной терапии является предпочтительной тактикой эрадикации избыточного бактериального роста в тонкой кишке. Исследования эффективности антибактериальных препаратов системного действия и кишечных противомикробных препаратов при СИБР различаются выборкой испытуемых, методами диагностики СИБР, дозой и продолжительностью лечения. Эффективность лечения определяется клинической картиной [1, 64, 65].

Обращаем внимание на следующие положения:

- Не рекомендуется проводить эмпирическое лечение антибактериальными препаратами системного действия и кишечными противомикробными препаратами пациентам с подозрением на СИБР до подтверждения диагноза [1]. Эмпирическое назначение антибактериальных препаратов системного действия и кишечных противомикробных препаратов пациентам с подозрением на СИБР без подтверждения диагноза не оправдано, поскольку подвергает их необоснованному риску развития антибиотикорезистентности, антибиотик-ассоциированной диареи и *C. difficile*-ассоциированной болезни [1].

Основная рекомендация по международным публикациям. Рекомендуются назначение #Рифаксимины в качестве терапии первой линии пациентам с СИБР с целью элиминации избыточного бактериального роста в тонкой кишке [70]. Показано: Рифаксимин является наиболее изученным препаратом для лечения СИБР. К его преимуществам по сравнению с антибактериальными препаратами системного действия относятся низкая всасываемость в ЖКТ (менее 0,4%), низкая частота системных побочных эффектов, а также низкий риск возникновения бактериальных штаммов, резистентных к антибактериальным препаратам системного действия и кишечным противомикробным препаратам. Систематический обзор и метаанализ 32 исследований #рифаксимины при СИБР показал его эффективность у 72,9% пациентов (95% доверительный интервал (ДИ) 65,5–79,8). Однако вошедшие в метаанализ исследования характеризовались широким диапазоном дозы

(600–1600 мг в сутки) и продолжительностью лечения (5–28 дней). Тем не менее метаанализ показал дозозависимый эффект #рифаксими́на в эрадикации СИБР. Препарат характеризуется хорошей переносимостью – нежелательные явления, такие как слабость, головная боль, запор, усиление диареи, головокружение, нарушение сна, тошнота, кожная сыпь, сухость кожи (характеризуемые испытуемыми как легкой степени выраженности), анафилактический шок (1 случай) и развитие *C. difficile*-ассоциированной болезни (1 случай), наблюдались у 4,6% из 815 испытуемых в 17 исследованиях, сообщающих о таковых. Прекращение приема препарата из-за нежелательных явлений (тошнота без рвоты, головная боль, сухость кожи) отмечено только в одном исследовании, в котором прием прекратили 5 пациентов из 120 (6% испытуемых) [70]. Рекомендуется назначение: Рифаксими́на (400 мг 3 раза в день на протяжении 7–14 дней) пациентам с СИБР с целью элиминации избыточного бактериального роста в тонкой кишке [67, 70, 81].

В публикациях встречаются назначения и других антибиотиков: Ципрофлоксацина (500 мг 2 раза в день на протяжении 5–10 дней), метронидазолом (250 мг 3 раза в день на протяжении 10 дней), Норфлоксацина (400 мг 2 раза в день на протяжении 7–10 дней). Однако, уровень убедительности рекомендаций не выше С (сомнительная эффективность).

Дополнительные сопоставления эффективности лечения СИБР.

Таблица 2 – Сравнительная характеристика антибиотиков при СИБР.

Параметр	Рифаксимин (I линия)	Ципрофлоксацин	Метронидазол	Норфлоксацин
Всасываемость	< 0,4% (местное действие)	Высокая (системная)	Высокая (системная)	Умеренная (системная)
Спектр действия	Широкий (аэробы, анаэробы, грам+/-)	Грам(–) бактерии	Анаэробы	Преимущественно грам(–) аэробы
Уровень доказательности (УДД)	2 (высокий)	2	2	2
Системные побочные эффекты	Крайне редко (менее 4,6%)	Часто (ЖКТ, риск тендинитов)	Часто (металлический вкус, дисульфирамовая реакция)	Редко (ЖКТ, головокружение)
Риск резистентности	Низкий	Высокий	Умеренный	Высокий
Типичная доза	400 мг 3 р/д (7–14 дн)	500 мг 2 р/д (5–10 дн)	250 мг 3 р/д (10 дн)	400 мг 2 р/д (7–10 дн)

Параметр	Рифаксимин (I линия)	Ципрофлоксацин	Метронидазол	Норфлоксацин
Главное преимущество	Безопасность и отсутствие влияния на общую микробиоту	Высокая эффективность при болезни Крона	Эффективен при избытке облигатных анаэробов	Альтернатива при непереносимости других групп

Таблица 3 – Сравнительные схем лечения СИБР рифаксимином.

Схема терапии	Тип СИБР	Дозировка и длительность	Эффективность (эрадикация)	Особенности / комментарии	Источники
Рифаксимин монотерапия	Водород-преобладающий	1650 мг/сут (550 мг × 3) в течение 14 дней	~70 % (мета-анализ)	Хорошо переносится, низкая системная абсорбция; часто требуется повторный курс	Gatta & Scarpignato, 2017; Shah et al., 2013
Рифаксимин низкая доза	Постхолецистэктомический синдром	800 мг/сут, 10 дней		Недостаточная доза, сохраняются симптомы	Мечетина, Ильченко, 2011
Рифаксимин высокая доза	Постхолецистэктомический синдром	1200 мг/сут, 10 дней	~90 % нормализация дыхательного теста	Дозозависимый эффект, лучшее клиническое улучшение	Мечетина, Ильченко, 2011
Рифаксимин + неомицин	Метан-преобладающий СИБР	Рифаксимин 1650 мг/сут + неомицин 1000 мг/сут, 14 дней	>80 %	Комбинация эффективнее монотерапии; особенно при запорах	Pimentel et al., 2014
Повторные курсы рифаксимины	Рецидивирующий СИБР	Повторный курс при раннем рецидиве (<3 мес)	Эффективность сохраняется	Рецидивы у ~45 % пациентов; требуется устранение факторов риска (ИПП, анатомия)	Lauritano et al., 2008; Lembo et al., 2016
Элементарная диета	Резистентный СИБР	14 дней	~80 % ремиссия	Альтернатива при непереносимости антибиотиков; высокая стоимость, низкая приверженность	Pimentel et al., 2004

Специфической профилактики СИБР не существует. Остаются не вполне ясными критерии рецидива заболевания и неэффективности терапии. У 44% пациентов с СИБР наблюдается рецидив симптомов в течение 9 месяцев после

лечения антибактериальными препаратами системного действия [80]. Необходимо более углубленное изучение течения СИБР при достижении клинического ответа или при неэффективности консервативного лечения. К общим мерам профилактики СИБР следует отнести своевременное обращение за медицинской помощью и выполнение республиканских (национальных) клинических протоколов «Диагностика и лечение пациентов (взрослое население) с заболеваниями органов пищеварения», утвержденных Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 11.11.2025 № 185.

Роль СИБР (синдрома избыточного бактериального роста в тонком кишечнике) в патогенезе симптомов функциональных расстройств кишечника, таких как СРК (синдром раздраженного кишечника), вызывает споры. Недавний систематический обзор и метаанализ пришли к выводу, что СИБР встречается чаще у пациентов с СРК, чем в контрольной группе; при проведении дыхательного теста отношение шансов наличия СИБР у пациентов с СРК составляло 4,9, и до 33,5% пациентов с СРК имели СИБР.

Использованные источники.

1. Achufusi T. G. O., Sharma A., Zamora E. A., Manocha D. *Small Intestinal Bacterial Overgrowth: Comprehensive Review of Diagnosis, Prevention, and Treatment Methods*. Cureus. 2020;12(6): e8860. DOI: 10.7759/cureus.8860
2. Ogunrinola GA, Oyewale JO, Oshamika OO, Olasehinde GI. *The Human Microbiome and Its Impacts on Health*. Int J Microbiol. 2020 Jun 12;2020:8045646. doi: 10.1155/2020/8045646.
3. *The Human Microbiome, Diet, and Health: Workshop Summary* / Washington, DC: The National Academies Press., 2013.
4. *From research in microbiology to guidelines* / Lorenzo Morelli and Elena Bess, 2005.
5. *Preferred Reporting Items for Systematic Review and Meta-Analysis Protocols (PRISMA-P) 2015 statement*. / Moher D, Shamseer L [et al.] // Syst Rev., 2015. – Vol. 4 (1). – P. 1–123.
6. *Appl Environ Microbiol* / Harmsen AEM [et al.] // J Microbiology, 2002. – Vol. 69 (6). – P. 2962–2990.
7. *Human gut microbiome viewed across age and geography* / Yatsunenکو T. [et al.] // Nature, 2012. – Vol. 486 (7402). – P. 222–227.
8. *Human Microbiome Project Consortium. Structure, function and diversity of the healthy human microbiome* // Nature, 2012. – Vol. 486. – P. 207–214.
9. *Impact of diet in shaping gut microbiota revealed by a comparative study in children from Europe and rural Africa*/ De Filippo, C. [et al.] // Proc. Natl Acad. Sci. USA-2020. – Vol. 107. – P. 4691–4696.

9. Gut microbiota composition correlates with diet and health in the elderly/ Claesson, M. J. [et al.] // *Nature*, 2012. – Vol. 488. – P. 178–184.
10. Comparative analysis of Korean human gut microbiota by barcoded pyrosequencing / Nam, Y. -D. [et al.] // *PLoS One* –2011. – Vol. 6. – P. e22–109.
11. A metagenome-wide association study of gut microbiota in type 2 diabetes / Qin, J. [et al.] // *Nature*, 2012. – Vol. 490. – P. 55–60.
12. Human gut microbiota community structures in urban and rural populations in Russia / Tyakht, A. [et al.] // *Nat Commun*, 2013. – Vol. 4. – P 24–69.
13. (2020). T cells, aging and senescence / Pangrazzi L, Weinberger B[et al.] // *Experimantal gerontology*-2020. – Vol. 134. – P. 110887.
14. Local and systemic immune response in nursing-home elderly following intranasal or intramuscular immunization with inactivated influenza vaccine / Muszkat, M [et al.] // *Vaccine* – 2003- Vol. 21, No 11–12. – P. 1180–1186.
15. Immunosenescence and infectious diseases / Ginaldi, L. [et al.] // *Microbes and Infection*–2001. – Vol. 3. – No10. – P. 851–857.
16. Biomarkers of immunosenescence within an evolutionary perspective: the challenge of heterogeneity and the role of antigenic load / Franceschi, C. [et al.] // *Experimental Gerontology*, 1999. – Vol. 34. – No 8. – P. 911–921.
17. Human immunosenescence: the prevailing of innate immunity, the failing of clonotypic immunity, and the filling of immunological space / Franceschi, C [et al.] // *Vaccine* – 2000 – Vol. 18. – No 16. – P. 1717–1720.
18. Immunosenescence: influenza vaccination and the elderly / Haq, Kamran [et al.] // *Current Opinion in Immunology* – 2014 – Vol.29. – P. 38–42.
19. Polysaccharide utilization by gut bacteria: potential for new insights from genomic analysis / Flint, H. J. [et al.] // *Nat. Rev. Microbiol* – 2008 – Vol. 6. – P. 121–131.
20. The abundance and variety of carbohydrate-active enzymes in the human gut microbiota / El Kaoutari, A. [et al.] // *Nat. Rev. Microbiol*, 2013. – Vol. 11. – P. 497–504.
21. Review article: the role of butyrate on colonic function / Hamer, H. M. [et al.] // *Aliment. Pharmacol. Ther* – 2008 – Vol. 27. – P. 104–119.
22. Butyrate enhances intestinal epithelial barrier function via up-regulation of tight junction protein Claudin-1 transcription. / Wang, H. B. [et al.] // *Dig. Dis. Sci.* – 2012. – Vol. 57. – H. 3126–3135.
23. A review of the potential mechanisms for the lowering of colorectal oncogenesis by butyrate. / Fung, K. Y. [et al.] // *Br. J. Nutr.*–2012. – Vol. 108. – No 3. – P. 820–831.
24. Short-chain fatty acids in control of body weight and insulin sensitivity / Canfora, E. E. [et al.] // *Nat. Rev. Endocrinol.*-2015- Vol. 11. -P.577–591.

25. *Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) consensus statement on the definition and scope of prebiotics.* / Gibson, G.R. [et al.] // *Nat. Rev. Gastroenterol. Hepatol.*–2017- Vol.14 -P. 491–502.
26. *Reduced abundance of butyrate-producing bacteria species in the fecal microbial community in Crohn's disease.* / Takahashi, K. [et al.] // *Digestion*–2016- Vol.93.- P. 59–65.
27. *Fluctuations in butyrate-producing bacteria in ulcerative colitis patients of North India.* / Kumari, R. [et al.] // *World J. Gastroenterol.*–2013- Vol.19.- P. 3404–3414.
28. *Structural segregation of gut microbiota between colorectal cancer patients and healthy volunteers* / Wang, T. [et al.] // *Isme. J.*–2012- Vol.6.-P. 320–329.
29. *Diversified pattern of the human colorectal cancer microbiome.* / Geng, J. [et al.] // *Gut Pathog.*–2013- Vol. 5.- P. 2–3.
30. *Induction of colonic regulatory T cells by indigenous Clostridium species* / Atarashi, K. [et al.] // *Science*–2011- Vol.331.-P. 337–341.
31. *Interactions between Roseburia intestinalis and diet modulate atherogenesis in a murine model.* / Kasahara, K. [et al.] // *Nat. Microbiol.*–2018- Vol.3.-P. 1461–1471.
32. *Assessment of bacterial diversity in breast milk using culture-dependent and culture-independent approaches.* / Jost, T. [et al.] // *Br. J. Nutr.*–2013.– Vol.110.-P. 1253–1262.
33. *Arabinoxylans and inulin differentially modulate the mucosal and luminal gut microbiota and mucin-degradation in humanized rats.* / Van den Abbeele, P. [et al.] // *Environ. Microbiol.*–2011- Vol.13. -P. 2667–2680.
34. *Butyrate-producing Clostridium cluster XIVa species specifically colonize mucins in an in vitro gut model* / Van den Abbeele, P. [et al.] // *Isme. J.*–2013- Vol.7.-P. 949–961.
35. *Analysis of endoscopic brush samples identified mucosa-associated dysbiosis in inflammatory bowel disease* / Nishino, K. [et al.] // *J. Gastroenterol.*–2018- Vol. 53.-P. 95–106.
36. *Gut microbe-generated metabolite trimethylamine-N-oxide as cardiovascular risk biomarker: a systematic review and dose-response meta-analysis.* / Schiattarella GG [et al.] // *Eur Heart J.*– 2017- Vol. 38 (39).– P. 2948–2956.
37. *Gut Microbiota Metabolites and Risk of Major Adverse Cardiovascular Disease Events and Death: A Systematic Review and Meta-Analysis of Prospective Studies* / Heianza Y [et al.] // *J Am Heart Assoc.*–2017- Vol. 6 (7).– P. 47–49.

38. *Diabetic gut microbiota dysbiosis as an inflammaging and immunosenescence condition that fosters progression of retinopathy and nephropathy.* Rosa Fernandes [et al.] // *Biochimica et Biophysica Acta (BBA) – Molecular Basis of Disease*–2019. – Vol. 1865, Issue 71. – P. 1876–1897.
39. *Effect of probiotics supplementation on glucose and oxidative stress in type 2 diabetes mellitus: a meta-analysis of randomized trials / Ardeshtirlarijani E[et al.] // Daru.- 2019- Vol.27(2). – P. 827–837.*
40. *Features of Fecal and Colon Microbiomes Associate With Responses to Biologic Therapies for Inflammatory Bowel Diseases: A Systematic Review / Estevinho, Maria Manuela [et al.] //Clinical Gastroenterology and Hepatology–2019- Vol. 18, Issue 5.- P. 1054–1069.*
41. *Altered molecular signature of intestinal microbiota in irritable bowel syndrome patients compared with healthy controls: A systematic review and meta-analysis. / Liu HN. [et al.] // Dig Liver Dis.– 2017- Vol.49(4). –P.:331–337.*
42. *Jia Q, Song L, Duan L. Alterations in fecal short-chain fatty acids in patients with irritable bowel syndrome: A systematic review and meta-analysis. / Sun Q.[et al.] // Medicine (Baltimore).– 2019 – Vol.98(7). –P.14–19.*
43. Ивашкин, В.Т., Ивашкин К. В. Психобиотические эффекты пробиотиков и пребиотиков // *Рос журнал гастроэнтерологии гепатологии колопроктологии*, 2018. – № 28 (1). – С. 4–12.
44. *Dominique Castano, Caitlin Patt, Tinchun Chu, Sulie L. Chang. Meta-analysis of alcohol induced gut dysbiosis and the resulting behavioral impact. / Nayab Qamar [et al.] // Behavioural Brain Research–2019-Vol. 37630. – P. 112–196.*
45. *Claudio Fukumori and Caroline Marcantonio Ferreira. New insights into therapeutic strategies for gut microbiota modulation in inflammatory diseases / Angélica Thomaz Vieira [et al.] // Clinical & Translational Immunology – 2016 – Vol.5. – P.80–87.*
46. *Scientific Association for Probiotics and Prebiotics (ISAPP) (Reid [et al.], 2003/*
47. *Guidelines for the Evaluation of Probiotics in Food/ Joint FAO/WHO Working Group Report / London, Ontario, Canada, April 30 and May 1, 2002.*
48. *Acid and bile tolerance and cholesterol removal ability of Lactobacilli strains / Liong, M. T., and Shah, N. P J. // Dairy Sci.–2005- Vol.88. –P. 55–66.*
49. *Bile salt and acid tolerance of Lactobacillus rhamnosus strains isolated from Parmigiano Reggiano cheese. / Succi, M. [et al.] // FEMS Microbiol. Lett.- 2005- Vol.244.-P. 129–137.*

50. Ravnum, S., Tourasse, N. J., Økstad, O. A., Kolstø, A. B., and Davies, W. (2007). Low concentrations of bile salts induce stress responses and reduce motility in *Bacillus cereus* ATCC 14579. / Kristoffersen, S. M. [et al.] // *J. Bacteriol.*—2007- Vol.189.-P. 5302–5313.
51. Survival of commercial probiotic strains to pH and bile. / Sahadeva, R. P. [et al.] // *Int. Food Res. J.*—2011-Vol. 18.-P. 1515–1522.
52. Investigation of antibacterial, acid and bile tolerance properties of lactobacilli isolated from Koozeh cheese. / Hassanzadazar, H.V. [et al.] // *Res. Forum*-2012- Vol. 3.- P. 181–185.
53. Investigation of acid and bile tolerance, antimicrobial activity and antibiotic resistance of *Lactobacillus* strains Isolated from Kazakh dairy foods. / Nagyzbekkyzy, Asian J. Appl. Sci.-2016- Vol. 9. -P.143–158.
54. Gastrointestinal pH and transit time profiling in healthy volunteers using the IntelliCap system confirms ileo-colonic release of ColoPulse tablets / Maurer et al. [et al.] // *PLoS One*—2015- Vol.10.-2–5.
55. Assessing the risk of probiotic dietary supplements in the context of antibiotic resistance / Zheng, M. [et al.] // *Front. Microbiol.*—2017- Vol. 8. -P.908.
56. Yoshii K., Hosomi K., Sawane K., Kunisawa J. Metabolism of Dietary and Microbial Vitamin B Family in the Regulation of Host Immunity. *Front Nutr.* 2019;6:48. DOI: 10.3389/fnut.2019.00048
57. Martinez-Guryn K., Leone V., Chang E. B. Regional Diversity of the Gastrointestinal Microbiome. *Cell Host Microbe.* 2019;26(3):314–24. DOI: 10.1016/j.chom.2019.08.011
58. Wu W., Chen F., Liu Z., Cong Y. Microbiota-specific Th17 Cells: Yin and Yang in Regulation of Inflammatory Bowel Disease. *Inflamm Bowel Dis.* 2016;22(6):1473–82. DOI: 10.1097/MIB.0000000000000775.
59. Behnsen J., Jellbauer S., Wong C. P., Edwards R. A., George M. D., Ouyang W., Raffatellu M. The cytokine IL-22 promotes pathogen colonization by suppressing related commensal bacteria. *Immunity.* 2014;40(2):262–73. DOI: 10.1016/j.immuni.2014.01.003.
60. Hooper L. V., Macpherson A. J. Immune adaptations that maintain homeostasis with the intestinal microbiota. *Nat Rev Immunol.* 2010;10(3):159–69. DOI: 10.1038/nri2710.
61. Cash H. L., Whitham C. V., Behrendt C. L., Hooper L. V. Symbiotic bacteria direct expression of an intestinal bactericidal lectin. *Science.* 2006;313(5790):1126–30. DOI: 10.1126/science.1127119.
62. Everard A., Lazarevic V., Gaia N., Johansson M., Ståhlman M., Backhed F., et al. Microbiome of prebiotic-treated mice reveals novel targets involved in host response during obesity. *ISME J.* 2014;8(10):2116–30. DOI: 10.1038/ismej.2014.45.

63. Denning T. L., Sitaraman S. V. *Segmented filamentous bacteria shape intestinal immunity*. *Gastroenterology*. 2010;139(1):351–3. DOI: 10.1053/j.gastro.2010.05.032.
64. Sachdev A. H., Pimentel M. *Gastrointestinal bacterial overgrowth: pathogenesis and clinical significance*. *Ther Adv Chronic Dis*. 2013;4(5):223–31. DOI: 10.1177/2040622313496126.
65. Pyleris E., Tzivras D., Barbatzas C., Giamarellos-Bourboulis E. J., Koussoulas V., Pimentel M. *The prevalence of overgrowth by aerobic bacteria in the small intestine by small bowel culture: Relationship with irritable bowel syndrome*. *Dig Dis Sci*. 2012;57(5):1321–9. DOI: 10.1007/s10620-012-2033-7.
66. Leite G., Morales W., Weitsman S., Celly S., Parodi G., Mathur R., et al. *The duodenal microbiome is altered in small intestinal bacterial overgrowth*. *PLoS One*. 15(7): e0234906. DOI: 10.1371/journal.pone.0234906.
67. Takakura W., Pimentel M. *Small Intestinal Bacterial Overgrowth and Irritable Bowel Syndrome – An Update*. *Front Psychiatry*. 2020;11:664. DOI: 10.3389/fpsyt.2020.00664.
68. Ghoshal U. C. *How to interpret hydrogen breath tests*. *J Neurogastroenterol Motil*. 2011;17(3):312–7. DOI: 10.5056/jnm.2011.17.3.312
69. Gandhi A., Shah A., Jones M. P., Koloski N., Talley N. J., Morrison M., Holtmann G. *Methane positive small intestinal bacterial overgrowth in inflammatory bowel disease and irritable bowel syndrome: A systematic review and meta-analysis*. *Gut Microbes*. 2021;13(1):1933313. DOI:10.1080/19490976.2021.1933313
70. Ghashghaeinia M., Mrowietz U. *Human erythrocytes, nuclear factor kappaB (NFκB) and hydrogen sulfide (H₂S) – from non-genomic to genomic research*. *Cell Cycle*. 2021;20(20):2091–101. DOI: 10.1080/15384101.2021.1972557
71. Suri J., Kataria R., Malik Z., Parkman H. P., Schey R. *Elevated methane levels in small intestinal bacterial overgrowth suggests delayed small bowel and colonic transit*. *Medicine (Baltimore)*. 2018 May;97(21): e10554. DOI: 10.1097/MD.00000000000010554
72. Bures J., Cyrany J., Kohoutova D., Förstl M., Rejchrt S., Kvetina J., et al. *Small intestinal bacterial overgrowth syndrome*. *World J Gastroenterol*. 2010;16(24):2978–90. DOI: 10.3748/wjg.v16.i24.2978
73. Montoro-Huguet M. A., Belloc B., Dominguez-Cajal M. *Small and Large Intestine (I): Malabsorption of Nutrients*. *Nutrients*. 2021;13(4):1254. DOI: 10.3390/nu13041254
74. Gabbard S. L., Lacy B. E., Levine G. M., Crowell M. D. *The impact of alcohol consumption and cholecystectomy on small intestinal bacterial overgrowth*. *Dig Dis Sci*. 2014;59(3):638–44. DOI: 10.1007/s10620-013-2960-y

75. Lakhani S. V., Shah H. N., Alexander K., Finelli F. C., Kirkpatrick J. R., Koch T. R. Small intestinal bacterial overgrowth and thiamine deficiency after Roux En-Y gastric bypass surgery in obese patients. *Nutr Res.* 2008;28(5):293–8. DOI: 10.1016/j.nutres.2008.03.002
76. Parlesak A., Klein B., Schecher K., Bode J. C., Bode C. Prevalence of small bowel bacterial overgrowth and its association with nutrition intake in nonhospitalized older adults. *J Am Geriatr Soc.* 2003;51(6):768–73. DOI: 10.1046/j.1365-2389.2003.51259.x
77. Maslennikov R., Pavlov C., Ivashkin V. Is small intestinal bacterial overgrowth a cause of hyperdynamic circulation in cirrhosis? *Turk J Gastroenterol.* 2019;30(11):964–75. DOI: 10.5152/tjg.2019.18551
78. Ivashkin K. V., Grechishnikova V. R., Reshetova M. S., Ivashkin V. T. Irritable Bowel and Bacterial Overgrowth Syndromes: a Bacterial Link Hypothesis of Functional Disease. *Russian Journal of Gastroenterology, Hepatology, Coloproctology.* 2021;31(1):54–63 (In Russ.). DOI: 10.22416/1382-4376-2021-31-1-54-63
79. Jones R. M., Neish A. S. Recognition of bacterial pathogens and mucosal immunity. *Cell Microbiol.* 2011;13(5):670–6. DOI: 10.1111/j.1462-5822.2011.01579.x
80. Shah A., Morrison M., Burger D., Martin N., Rich J., Jones M., et al. Systematic review with meta-analysis: the prevalence of small intestinal bacterial overgrowth in inflammatory bowel disease. *Aliment Pharmacol Ther.* 2019;49(6):624–35. DOI: 10.1111/apt.15133
81. Polkowska-Pruszyńska B., Gerkowicz A., Szczepanik-Kulak P., Krasowska D. Small intestinal bacterial overgrowth in systemic sclerosis: a review of the literature. *Arch Dermatol Res.* 2019;311(1):1–8. DOI: 10.1007/s00403-018-1874-0

СООТНОШЕНИЕ ЧАСТНОГО (ОНКОЛОГИЧЕСКИЙ АСПЕКТ) И ОБЩЕГО, – ПРИ РАССМОТРЕНИИ ГИПОТЕТИЧЕСКОГО МЕХАНИЗМА ВАРИАБЕЛЬНОЙ ПОЭПИТОПНОЙ ОБРАТНОЙ ТРАНСЛЯЦИИ (ВПОТ-МЕХАНИЗМА) ОТДЕЛЬНОГО ЭПИТОПА

Дейчман Александр Маркусович

научный сотрудник

*Научно-Исследовательский институт экспериментальной
онкологии и канцерогенеза*

Михайлова Ирина Николаевна

доктор медицинских наук, ведущий научный сотрудник

*Научно-исследовательский институт клинической онкологии,
Национальный медико-исследовательский центр онкологии
им. Н. Н. Блохина, Министерства Здравоохранения Российской
Федерации, Россия*

Аннотация:

В работе рассматривается возможная связь:

а) определенных онкологических аспектов роста опухолевых клеток (включая некоторые межклеточные взаимодействия / контакты): их стволовости / гетерогенности / инфильтрации иммунными клетками (Т- / В-лимфоцитами- / АПК) / мутабельности (в том числе ключевых онкогенов / антионкогенов) / эпигенеза / полиморфизма / АФК-опосредованного-оксидативного-стресса / апоптогенеза / клеточно-молекулярного-микроокружения / общей нестабильности генома (включая: потерю Y-хромосомы, повреждение / мутации антионкогена Р53, метастазирование, др.) CD20 меланомных опухолевых клеток человека, – в присутствии / отсутствии противоопухолевого препарата вемурафениба (и др.);

б) и гипотетического, не исключено суперфундаментального, вПОТ-механизма, вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции отдельного эпитопа (зд. белкового).

Предположительно, механизм функционирует на мембранах митохондрий:

в) наружной (с участием самоагрегирующего прион-подобного-MAVS-белка-интегратора), – где, вероятно, идут убиквитин-опосредованная подготовка / выборка эпитопа(ов);

г) и трудно проницаемой внутренней: здесь, вероятно, идет собственно сортинг чужих / своих эпитопов, продукты переработки которых (см. ниже) могут быть одно- / двусторонне экспортированы между клетками вместе с нормальными / мутировавшими митохондриями по коротким / длинным нанотрубкам (везикулам, др.).

Важно, что почти в 75,5% случаев мутации в мтДНК опухолевых клеток и Т-лимфоцитов микроокружения были одни и те же, но эффект был обратимым, в частности, после введения антиоксидантов или ингибиторов митофагии. Т-клетки проявляли дисфункцию и, видимо, формировали неблагоприятные результаты при терапии «тормозным сигналом» (PD-1-блокадой) иммунных клеток.

Основным структурно-функциональным элементом вПОТ-механизма, не исключено, может быть гипотетическая «ретранслосома» (см. текст), которая, вероятно, и воспроизводит (по крайней мере, двумя способами) олигонуклеотидные эквиваленты эпитопов, олиго-НЭ разных первичных линейных и конформационных (шпильки, стебли, кольца, тРНК-подобные праймеры, и т.д.) структур, способных участвовать в метаболическом перепрограммировании (т.е. в изменении соотношения гликолиза и окислительного фосфорилирования; жирового обмена; и т.д. – включая клетки опухолевого микроокружения) – и, тем самым, в модификации / мутации / репарации, и через контроль экспрессии генов / генома обеих ДНК-содержащих клеточных органелл (митохондрий и ядра), – на уровне, не меньшем, чем в случае механизма / гипотезы «молекулярной коммутации» (М. Никитина; см. ниже).

Ключевые слова: опухолевые клетки (меланомы, стволовые / др.), клетки опухолевого микроокружения, иммунные клетки (Т-клетки, др.), олигонуклеотидные эквиваленты (олиго-НЭ) эпитопа, механизм вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции (вПОТ-механизм), межклеточный перенос митохондрий, потеря Y-хромосомы

Abstract:

The paper examines a possible connection between:

a) some oncological aspects of tumor cell growth (including some intercellular interactions / contacts): their stemness / heterogeneity / infiltration by immune cells (T / B lymphocytes / APCs) / mutability (including key oncogenes / antioncogenes) / epigenesis / polymorphism / ROS-mediated oxidative stress / apoptogenesis / cellular-molecular-microenvironment / general genomic instability (including: loss of the Y-chromosome, damage / mutations of the P53 antioncogene, metastasis, etc.) of CD20 human melanoma tumor cells, in the presence / absence of the antitumor drug vemurafenib (etc.);

b) and a hypothetical, possibly superfundamental, vIERT mechanism (variable Individual Epitope Reverse Translation); e.g., protein.

Presumably, the mechanism operates on mitochondrial membranes:

c) external (involving the self-aggregating prion-like MAVS integrator protein), where ubiquitin-mediated preparation / selection of the epitope(s) occurs;

d) and a poorly permeable internal membrane: here, the actual sorting of foreign / self epitopes occurs, the processed products of which (see below) can be uni- / bidirectionally exported between cells along with normal / mutated mitochondria via short / long nanotubes (and vesicles).

Importantly, in nearly 75.5 % of cases, the mtDNA mutations in tumor cells and microenvironmental T lymphocytes were the same, but the effect was reversible, particularly after the administration of antioxidants or mitophagy inhibitors. T cells exhibited dysfunction and apparently contributed to adverse outcomes during immune cell «braking signal» (PD-1 blockade) therapy.

The main structural and functional element of the vIERT mechanism may be the hypothetical “retranslosome” (see text), which probably reproduces (at least in two ways) oligonucleotide equivalents of epitopes, oligo-NE of different primary linear and conformational (hairpins, stems, rings, tRNA-like primers, etc.) structures capable of participating in metabolic reprogramming (i.e., in changing the ratio of glycolysis and oxidative phosphorylation; lipid metabolism; etc. – including cells of the tumor microenvironment) – and, thereby, in modification / mutation / repair and in the control of gene expression / the genome of both DNA-containing cellular organelles (mitochondria and nucleus), – at a level no less than in the case of the mechanism / hypothesis of “Molecular Commutation” (M. Nikitina; see below).

Keywords: *tumor cells (melanoma, stem cells, etc.), tumor microenvironment cells, immune cells (T cells, etc.), oligonucleotide equivalents (oligo-NE) of an epitope, variable epitope reverse translation mechanism (vIERT mechanism), intercellular mitochondrial transfer, Y-chromosome loss.*

Вступление (п. 1)

В данной статье попробуем провести анализ некоторых данных (частный случай), связанный с экспериментом, проведенным для изучения поведения клеток меланомы человека в составе ксенографта, растущего на линейных мышцах ньюдах (бестимуемых Nudes), с позиций некоторого специального механизма (обсуждается ниже). Анализ таких эксперимента / статьи, – и прежде всего достаточная информативность динамики роста стволово-подобных CD20 метастатических MelCher5k / BRAF⁺ (V600E) клеток меланомы (не редко агрессивных) в составе гибридного (человек / мышь) ксенографта, – представляет собой сводку мало ожидаемых событий, содержащих некоторый

парадокс [1]. Последний состоит, например, и прежде всего, в том, что требуется ответить на вопрос (понять): почему на 41 день роста этой опухоли число CD20 клеток в контрольной группе, где не было воздействия специфического таргетного противоопухолевого препарата вемурафениба, стало таким большим (19,3%),— как, впрочем, и тем более, с участием препарата (35,16%),— хотя на 7 день роста опухоли таких CD20 клеток было почти на 2 порядка меньше (0,4%) [1].

Заметим, маркер CD20 соответствует В-лимфоцитарному антигену гена MS4A1 человека (в ~16 кб, с 8-ю экзонами). Экспрессия CD20 наблюдается на мембране ранних и зрелых В-лимфоцитов (но не стволовых, «ранних» пре-В, терминально дифференцированных плазматических клеток). У мыши этот маркер зрелых В-лимфоцитов регулирует их активацию / кальциевую сигнализацию / пролиферацию,— и служит мишенью при экспериментальной / терапевтической модуляции. Состоит он из четырёх гидрофобных трансмембранных доменов,— одного внутриклеточного и двух внеклеточных доменов (большой и маленькой петель). N- и C-концы белка находятся в цитозоле. Три изоформы CD20 (в 33, 35 и 37 кДа) образуются в результате разной степени фосфорилирования. Этот белок: а) участвует в обеспечении оптимального В-лимфоцитарного иммунного ответа, в частности как против Т-независимых антигенов (когда В-клетка активируется без помощи Т-лимфоцита), так и Т-зависимых АГ; б) регулирует активацию и пролиферацию В-лимфоцитов. CD20 специфичен для В-лимфоцитов, но присутствует на поверхности некоторых злокачественных клеток (при большинстве лимфопролиферативных В-клеточных заболеваний). Кроме того, экспрессия CD20 может быть связана с реакцией на терапию, так как увеличение доли клеток, экспрессирующих этот маркер, наблюдалось после применения некоторых антимеланомных препаратов [1]. И тогда наличие CD20 маркера на клетках меланомы может быть связано с особенностями опухолевых стволовых клеток и их ролью в развитии заболевания.

Какой, какие факторы привели к в.н. сильному росту доли не редко агрессивных CD20 форм меланомных клеток? Субпопуляция опухолевых меланоцитов, экспрессирующих CD20 (но также и CD133 / ABC-транспортер / ABCD2 / др.; формировала опухоль в иммунодефицитных SCID мышцах), с характеристиками стволовых клеток, способны к самообновлению и дифференцировке в разные клетки (например, в адипоциты, хондроциты, остеобласты или меланоциты). Адгезивная фракция клеток полученной культуры клеток меланомы представляла собой веретено-подобный морфотип [2], и играет важную роль в патогенезе метастатической меланомы кожи, несмотря на их относительно низкое содержание (до 2%). {Заметим, что меланома в любой ткани,— всегда конечное производное одной и той же

цепочки: эктодерма → нервная трубка → клетки нервного гребня → меланоциты (органов, представляющих все три зародышевых листа; и существует порядка 20–30 видов меланом для всех (порядка трех-пяти) типов классификаций)}. В данном случае, в частности, применение апоптогенного вемурафениба, блокирующего АТФ-связывающий сайт BRAF⁺-киназы, такой рост процента CD20 клеток частично усиливался (разгонялся) эффектом «разжимающейся пружины». Прежде всего, за счет прекращения введений препарата, – этого ингибитора экспрессии BRAF⁺-клеток, где BRAF⁺-белок, – потенциально онкогенная серин-треониновая-киназа, действующая, в частности, по MAPK-киназному пути, – под контролем гормонов и совместно с рядом внешних / внутренних белок-ферментных и других факторов [1].

Одновременно / теоретически, это могло сопровождаться вероятным формированием лекарственной устойчивости, – и за счет эксплуатации или определённых изменений в функционировании таких механизмов, как (данные ИИ):

1) мутаций в гене белка-транспортера (ген MDR1, multidrug-resistance-1: кодирует Р-гликопротеин, Pgp, обеспечивает трансмембранный насос, который выбрасывает различные вещества / лекарства из клетки), – что понижает его внутриклеточную концентрацию и уменьшает эффективность функционирования;

2) модификаций в мишенях лекарств: мутаций / изменений в экспрессии и структуре генов белков, – мишеней препарата (что делает их «невидимыми» для лекарств); например, изменения в топоизомеразах (белках репликации ДНК) могут снижать эффективность противоопухолевых препаратов;

3) а также за счет полиморфизмов в генах и снижения активности белков (например, цитохрома P450) метаболизма / усиления детоксикации лекарств; полиморфизмы в этих генах работают в режиме «качелей» (т.е. в обе стороны), и могут приводить как к ускоренному разрушению / выведению лекарств, так и к накоплению их в токсичных концентрациях (данные ИИ);

4) за счет изменений в составе / экспрессии генов регуляции апоптоза (программируемой клеточной смерти), когда они могут подавлять процесс гибели клеток в ответ на лекарственное воздействие, что способствует выживанию патологически изменённых клеток.

Например, продукт гена (белок Bcl-2) может подавлять апоптоз несколькими ключевыми механизмами, связанными (данные ИИ):

а) с блокировкой повышения проницаемости митохондриальной наружной мембраны, после чего не выделяются проапоптотические молекулы (цитохром C, AIF, Smac / Diablo, др.) в цитозоль;

б) с таким взаимодействием с другими белками семейства Bcl-2 (например, с белками Bax, Bak, Bad, Bim, Puma; а также с интегральным белком VDAC наружной мембраны митохондрий), которое: нейтрализует их

активность (и, в частности, взаимодействие VDAC с порообразующими белками Bax и Bak) и препятствует формированию пор в митохондриальной мембране (т.е. предотвращает: сначала набухание, а затем разрыв мембраны и потерю ею мембранного потенциала,— двух облигатно-критических параметров высвобождения апоптотических факторов при запуске апоптоза);

кроме того, с Bcl-2 связаны:

в) уменьшение трансмембранного потока и высвобождение ионов кальция в цитозоле. Тем самым, напрямую / косвенно оказывается влияние на активацию / подавление каспаз в эндоплазматическом ретикулуме (ЭПР),— т.е. Bcl-2 может играть ключевую роль в каскаде апоптоза; в частности, Bcl-2 может препятствовать активации каспазы-9, которая, в составе апоптосомы, запускает каскад, ведущий к гибели клетки;

г) также, повышенная экспрессия Bcl-2 может уменьшать образование свободных радикалов кислорода и перекисей липидов, что защищает клетки от окислительного повреждения и предотвращает апоптоз, индуцированный оксидативным стрессом и связанное с ним образование свободных радикалов и перекисей липидов,— что важно в условиях клеточного стресса, когда митохондрии становятся ключевым источником АФК.

д) в целом, судьба клетки может определяться балансом между антиапоптотическими (Bcl-2, Bcl-xL, Mcl-1) и проапоптотическими (Bax, Bak) белками. Последние усиливают проницаемость наружной мембраны митохондрий и могут встраиваться в мембрану, олигомеризоваться, формировать поры, через которые из межмембранного пространства митохондрий высвобождаются проапоптотические факторы (цитохром C, Smac / DIABLO, др.)). Т.е. преобладание Bcl-2 способствует выживанию, а преобладание проапоптотических белков,— гибели клетки (зд. опухолевой). А нарушение такого баланса в пользу антиапоптотических белков может приводить к устойчивости клеток к апоптозу, что наблюдается, например, при некоторых онкологических заболеваниях.

5) за счет эпигенетических изменений, при которых метилирование ДНК, ацетилирование гистонов и другие эпигенетические модификации могут подавлять или активировать гены, связанные с лекарственной устойчивостью (данные ИИ).

Таким образом, целый комплекс генов, прежде всего ассоциированных с лекарственной устойчивостью / апоптогенностью / др.,— представляют собой сложный комплекс генетических факторов, влияющих на взаимодействие организма с лекарствами и определяющих успех или неудачу терапии. Их изучение необходимо для усиления позиций медицины при лечении, в частности, различных онкологических заболеваний,— и с учетом поведения продуктов генов лекарственной устойчивости. Они оказались сложным

комплексом генетических факторов организма, взаимодействующих с препаратами и определяющих успех или неудачу терапии. Их изучение необходимо для улучшения лечения различных онкологических (и др.) заболеваний (данные ИИ). Ниже обсуждаются вероятные гипотетические механизмы дополнительной (параллельной с известными способами) регуляции экспрессии у таких генов.

Механизм варибельной Поэпитопной Обратной Трансляции отдельного эпитопа (вПОТ-механизм). Сокращенно (п. 2)

Одной из причин, иногда главной (в том числе и потому, что с ней могут быть связаны изменения и некоторых / большинства других показателей), бурного роста CD20 клеток здесь может быть существование пока не идентифицированного (не исключено суперфундаментального), – и поэтому не изученного, гипотетического (вероятно полифункционального) механизма варибельной Поэпитопной Обратной Трансляции отдельного эпитопа (прежде всего белкового, в 5–10 аминокислот) [3–5].

Продукты воспроизводства такого вПОТ-механизма, определенные / некоторые последовательности олигорибо- и олигодезоксирибо-нуклеотидов, как предполагается, потенциально могут принимать участие в управлении (регуляции / контроле) различных уровней экспрессии (активации / деактивации репликации, транскрипции, трансляции, и т. д.) отдельных генов (белков, малых / длинных РНК) и других внутригеномных (повторяющихся, уникальных, коротких, длинных, и т. д.) последовательностей ([6–9], [10]). Одновременно, эти последовательности могут быть участниками (компонентами) процесса т. н. «молекулярной коммутации» {и при переходе от «in vitro» [11] к «in vivo» системам (см. работы автора данной статьи [3–10])}, – при котором множество олигонуклеотидов разной длины / структуры, и поочередно взаимодействуя друг с другом (и с третьими молекулами) в составе нуклеотидных / липо-нуклеопротеидных (подобных) комплексов, способны регулировать экспрессию некоторых генов [11].

Кратко, согласно вПОТ-механизму, процесс варибельной поэпитопной обратной трансляции отдельного эпитопа протекает на внутренней мембране митохондрий (на внешней мембране начинается подготовка процесса: см. ниже). По сравнению с наружной мембраной, она значительно более плотная и избирательная, более богата белками (до 70–80% массы, включая комплексы дыхательной цепи) и образована, как и наружная, липидным бислоем, – непроницаемым даже для некоторых малых молекул и ионов (без специальных переносчиков). Ее кристы увеличивают площадь поверхности внутренней мембраны, – но и усложняют проникновение веществ. Суммарно, и с учетом наружной мембраны, – в митохондрии надо преодолеть четыре липидных слоя (или, иными словами, два бислоя) [12].

У фотосинтезирующих это может быть еще и мембрана хлоропластов / тилакоидов [13, 14].

Действующий сценарий функционирования вПОТ-механизма, вероятно, реализуется в супрамолекулярной частице (специальной органелле), – «ретранслосоме», предположительно обладающей: рядом активностей (пептидазной, лигазной, протеазной, эндонуклеазной, др.); а также некоторой долей тканеорганной специфичности (в каждой ядродержащей клетке, и помимо генов домашнего хозяйства, вПОТ-ассоциированному контролю экспрессии могут подвергаться, прежде всего, тканеспецифические гены); сопряженностью действия с мембран-связанной фракцией митохондриальных рибосом эукариот, внутри которых (между большой и малой субъединицами органеллы) локализуется транзиторно перемещающийся фрагмент мРНК-транскрипта длиной в ~ 30 нуклеотидов {что приблизительно соответствует длине одинарного олиго-НЭ эпитопа длиной в $(15-30)_n$ нуклеотидов, где $n \leq 4 \div 5$ }.

При этом белковый эпипептид {продукт процессинга своего или чужеродного белка / антигена (соответственно) в протеасомах (лизосомах / фаголизосомах) антигенпрезентирующей клетки (АПК: иммунной / тканевой / опухолевой)}, как и некоторые типы других относительно небольших молекул (например, цитоплазматических тРНК), легко преодолевает наружную, – но может задержаться на трудно проницаемой внутренней мембране митохондрий (у растений это еще и хлоропласты / тилакоиды). Здесь, предположительно, проходят качественный («свой / чужой») и количественный («много / мало») сортировки данного эпипептида [13, 14], – ассоциированные с т.н. фотонным фейерверком {явлением периодического обобществления электронных оболочек фрагментов (эпипептидов) всех взаимодействующих молекул их фрагментов, сопровождающееся сбросом избытка одних и поглощением других наборов фотонов [15]}.

Суть сортировки в митохондриях (кратко) заключается в поддержании двух-трех типов классификаций: а) «свой / чужой»; б) «много / мало». А также, кратко (в), – в необходимости перевода нуклеиновой информации между системами с несколько различающимися генетическими кодами: в этом случае, заметим, в митохондриях, и помимо универсального (триплетного), характерного для ядерной наследственности, функционирует, предположительно, еще и т.н. циркулярный / (не триплетный) код (см. Michel [16]). В хлоропластах же сортировка необходима еще и для формирования / поддержания соответствий двух типов: базового (между аминокислотой и одним / каждым из ее кодонов; в рамках универсального генетического триплетного кода, УГК). А также между исходным и последующим нуклеиновыми эквивалентами данного белкового эпипептида (исходное / динамическое), – и под действием различных лучевых и полевых воздействий {с участием т.н. ЭЛП, Энерго-Лучевой-Потока,

включающего, по крайней мере, три основные компоненты, действующие на протяжении миллиардов лет: а) наиболее мощную солнечную; б) дальнего космоса; в) и радиационного поля Земли (связанную с физико-химическими особенностями данного региона поверхности Земли [13–15]).

В митохондриях эукариотической клетки, известно, имеются как свободные, так и фракции тРНК (как и сами рибосомы), связанные с внутренней мембраной органеллы [17]. Предполагается, что тРНК / Аа-тРНК таких фракций (и с участием тРНК-синтетаз) могут связываться с отдельными (крайними) аминокислотами, поочередно отщепляемыми (протеазами, пептидазами) от каждого «застывшего» на мембране эпитопа (фрагмента антигена), – и соединяться на мт-мембране в направляемые / создаваемые таким эпитопом тРНК / Аа-тРНК-стопки со сближенными антикодоновыми участками. Рибонуклеотиды выпуклых антикодоновых участков тРНК / Аа-тРНК (и в отличие от других участков тРНК / Аа-тРНК) как бы «вывернуты наружу» [18], и, сближаясь (при движении одновременно объемной и гибкой внутренней митохондриальной мембраны при дыхании органеллы), способны формировать, во-первых, матрице-подобную последовательность, – для синтеза с нее олигонуклеотидов (нуклеиновых эквивалентов, олиго-НЭ, точнее олигодезоксирibo-нуклеотидов эпитопа). Это может происходить, например, с участием митохондриальной ДНК-полимеразы POLG, – отвечающей, одновременно, за репликацию и репарацию митохондриальной ДНК (мтДНК).

При этом POLG (ДНК-полимераза) обладает частичной обратнотранскриптазной активностью (известна такая одна), и поэтому, вероятно, способна использовать рибонуклеотидные последовательности, составленные из сближенных антикодоновых участков тРНК / Аа-тРНК (и, возможно, прилегающих одного / двух нуклеотидов), в качестве матрицы / псевдоматрицы для синтеза олигодезоксирибонуклеотидных последовательностей, подвидов олиго-НЭ, во-вторых [19]. Последние, и в составе эндонуклеаза-содержащих комплексов (эндосома-подобных / иных частиц) редактирующих ДНК-CRISPR- / cas9-подобных и РНК-CRISPR- / cas13-подобных частиц (где cas9 / cas13, – соответственно, бактериальные аналоги ДНК- // РНК-эндонуклеаз) [6–10]), способны участвовать в «подправлении» митохондриальной и/или ядерной ДНК и давать различного типа мутации.

Среди последних:

а) мутации точечные, по типу олигонуклеотид-направленного мутагенеза (как и CRISPR-cas9- // CRISPR-cas13-подобные), которые, однако, могут быть как провоцирующими, – так и временно не вызывающими иммунного ответа, т.е. молчащими. И это может быть связано либо расположением в функционально неактивной области белка; либо с заменой на другой кодон той же самой аминокислоты (причем более редкие кодоны, – как

и доступность, уровень модификаций и конкуренция различных тРНК за кодон, – могут замедлять скорость синтеза белка и, тем самым, влиять на его конформационную активность). Во времени, однако, могут происходить изменения как в активности в.н. области, – так и в физико-химической коррекции скорости в.н. реакции синтеза белка;

б) мутации сдвига рамки считывания, др. {то же касается и событий / (редактирования), опосредованных РНК}.

Кроме того, и в этих же самых системах, олиго-рибонуклеотидные аналоги олиго-НЭ-в могут быть синтезированы РНК-зависимой РНК-полимеразой, RdRp (и может быть др.), – в том случае, если вирус (например, гриппа, коронавируса, ретровирус, др.) окажется внутри эукариотической клетки (при инфекции, в том числе бессимптомной; др.).

Также эти в.н. временно / обратимо сближенные антикодоновые участки (включая один / два соседних нуклеотида) нескольких тРНК / Аа-тРНК, вероятно, могут, во-первых, сами собой представлять импульсно действующую олигорибонуклеотидную матрицу / псевдо-матрицу / праймер активации-или-регуляции некоторых биологически значимых процессов. {Например, они бы могли: а) обратимо связываться с рибопереключателем 5'-нетранслируемой лиганд-зависимой областью мРНК (где низкомолекулярными физиологическими лигандами могут быть: кобаламин, тиаминпирофосфат, лизин, глицин, флавиномононуклеотид, гуанин, аденин и др.), – и гибко регулировать процессы специфической активации / дезактивации (постадийного переключения) предпочтительно востребованных функций молекулы мРНК при ее трансляции; б) выполнять одну из возможных ролей некодирующих / (малых) РНК; и др.} [6–9].

Во-вторых, каждый из таких антикодоновых участков тРНК / Аа-тРНК (и с прилегающим одним/двумя нуклеотидами) может быть последовательно / поочередно вырезан (нуклеазной активностью; из молекул тРНК / Аа-тРНК), – и соединен (лигазной активностью) с предыдущим / последующим участком, – с образованием единой матрицы (псевдо-матрицы), которая будет выполнять все перечисленные роли олигонуклеотидного эквивалента эпитопа (олиго-НЭ последовательности). Таким образом, мы можем иметь дело с двумя типами воспроизводства олиго-НЭ: полимераз-зависимым (1), – и, скорее, эволюционно более ранним, полимераз-независимым типом воспроизводства олиго-НЭ (2) [6–9].

При экспрессии генов (реже псевдогенов) сформированные таким образом разные типы олиго-НЭ, вероятно, могут обладать широким спектром воздействий (возможностей регуляции / модификации) на митохондриальный и ядерный геномы (соотносящиеся, в некотором приближении, и соответственно, – как оперативная память и жесткий диск вычислительной-машины /

компьютера),— а также на процесс их взаимодействия. Олиго-НЭ могут участвовать в формировании и взаимодействовать с 5'-промоторными / энхансерными, интронными / экзонными, 5'- / 3'-концевыми последовательностями, с разного типа повторяющимися последовательностями {микро- / мини-сателлитными, сателлитными; простыми / прямыми, обратными; фланкирующими подвижные ДНК- / РНК-(ретро)-элементы, др.}.

В процессе биосинтеза олиго-НЭ-посредников могут сформироваться разные типы более коротких / длинных последовательностей (с сенс- / антисенс-ориентацией по отношению к последовательностям-мишеням): линейные, кольцевые, концевые стебель-петлевые, квадруплексные, дуплексные, триплексные, микро- / малые-РНК-подобные (разного типа), тРНК-подобные, праймер-ориджн-репликации-подобные, рибо-переключательные (с лиганд-связывающим аптамерным доменом, и с платформа-образующим доменом экспрессии белков транскрипции / трансляции), и др. [7]. Взятые вместе, приведенные соображения подчеркивают вероятную возможность влияния продуктов гипотетического вПОТ-механизма (суммарного динамически сменяемого действия совокупных наборов ДНК- / РНК-олиго-НЭ) на активацию, поддержание, переключение, контроль и потенциальную связь множеств сигнальных (в том числе / прежде-всего онкоген-связанных) путей, когда активность онкогенов стимулирует рост злокачественной опухоли и приводит к неконтрольному делению клеток. А также на ниже обсуждаемые категории стволовости и формирования иммуносупрессивной среды (опухолевого микроокружения) [20].

Опухолевые клетки и их микроокружение: возможное формирование стволовости и иммуносупрессивной среды (с участием вПОТ-механизма) (п. 3)

В соответствии с выше перечисленным / (предложенным) можно допустить, что поврежденная опухолевая клетка (потенциально, с элементами стволовости),— или заново сформированная стволовая опухолевая клетка, и при наличии у них активированного вПОТ-механизма,— могут обладать дополнительными степенями свободы при использовании ими олиго-НЭ (потенциально обладающих различными свойствами активации различных патологических процессов),— недолговечных (и как бы виртуальных) продуктов вПОТ-механизма. И это может привести к усилению их метаболических и физиологических запросов на обладание ими определенными биохимическими, молекулярно-генетическими, про-опухолевыми / анти-иммунными, эпигенетическими (и др.) преимуществами. Полученные в результате процессинга своих / чужих антигенов, олиго-НЭ, и при передаче их между клетками (см. ниже нанотрубки, др.), могут стать дополнительным инструментом (орудием воспроизводства) генерации / модификации / поддержания

свойств, – как своих опухолевых, так и, в результате их экспансии, соседних клеток опухолевого микроокружения.

Здесь важно, что ВПОТ-механизм, непрерывно формируя определенные множества различных наборов олиго-НЭ, принимающих участие в регуляции экспрессии множества / (любых) генов, потенциально / теоретически может поддерживать, в частности, и процесс роста стволовых (опухолевых / нормальных) клеток. Хотя, например, при обоюдоостром процессе репарации (т.к. он может как восстанавливать последовательности до их исходного состояния, – так и вносить модификации в линейные последовательности / конформационные структуры) ВПОТ-механизм может как активироваться неким повреждающим фактором в клетках одних / опухолевых тканей, – так и, наоборот, активировать нечто повреждающее (например, индуцировать олиго-НЭ-зависимые мутации в иммуноглобулинах, иммуноглобулин-подобных / иных белках) в других, – в частности, иммунных / опухолевых клетках.

Клетки CD20 (п. 4)

Интересно, что в костном мозге находят CD20-метастатические стволово-подобные клетки меланомы. Являются ли они здесь родоначальницами роста опухоли (хотя бы части ее клонов)? Или сюда они метастазируют, т.к. костный мозг, – одно из привлекательных мест лёгкой экстравазации опухолевых клеток и создания преметастатических ниш. Здесь хорошая степень васкуляризации (см. ниже), содержится смесь растворимых белковых факторов, интегринов, хемокинов, молекул клеточной адгезии; имеются благоприятные компоненты опухолевого микроокружения, – в том числе соответствующие: стромальные / другие клетки, компоненты внеклеточного матрикса, микроархитектура ткани [21]. В-клеточный маркер CD20 исчезает только при финальной дифференцировке лимфоцита в плазматическую клетку.

Ответ на этот вопрос интересен в любом случае, т.к. иммунологическая часть гипотетической ВПОТ-концепции включает этап, на котором, в частности, клетка низкодифференцированного предшественника (НДП) костного мозга принимает олиго-НЭ (свободный / наночастица; или внутри экзосома-подобной, вектор-подобной, др. частицы) [3], – от Т-хелперной клетки (или от профессиональных АПК: Мф, ДК, В-клетки), вступающей с НДП-клеткой в тесный физический контакт. Хотя в такой контакт с НДП способны вступать и целые группы клеток: различные АПК, Т-клетки, В-клетки, эпителиальные, НК, клетки-мишени, др. [22]. А сам Т-хелпер (др.в.н. клетка) ранее мог получить олиго-НЭ от АПК клетки (прежде всего, но не только, профессиональной), которая перед этим процессировала соответствующий антиген (АГ) поэпитопно.

И здесь, интересно, можно предположить, что некоторые опухолевые клетки также могут использовать подобный механизм генерации своей «феногенотипической» (т.е. на уровне фенотипа и генотипа) изменчивости

в составе некоторых своих антигенов, определяющих сигнальные пути включения / переключения своей активности. Это касается, прежде всего, стволовой, – или клетки, зацикленной, из-за повреждений, например, в одной из стадий клеточного цикла, – часто в G1-подготовительной, или в checkpoints-точках (G1-, S-, G2- и в фазе сборки веретена). Или клетки, производящей: микросателлитную нестабильность, репаративные / РНК-/ ДНК-редактирующие мутации, и т.п. В целом, надо понимать, что вПОТ-механизм могут использовать любые антигенпрезентирующие клетки (не только профессиональные), – каждая, и прежде всего, в соответствии со своей тканеспецифической генетической программой. Воспроизводя олиго-НЭ различных типов и различной степени интенсивности, вПОТ-механизм, вероятно, способствует, также, и тканеспецифическому разнообразию / переключению в экспрессии генов.

Перенос митохондрий (по нанотрубкам / иначе) (п. 5)

В этом смысле важно, что реально может быть обнаружен новый дополнительный путь потенциально возможного распространения не просто олигонуклеотидных последовательностей (включая типа продуктов вПОТ-механизма, гипотетических олиго-НЭ, способных, по-видимому, изменять экспрессию генов, участвовать в создании мутаций), – а переноса целых агрегат – машин = митохондрий (в некотором роде 3D-принтеров), воспроизводящих эти последовательности. Потенциально, такие структуры нацелены на воспроизведение тех самых измененных белковых молекул, фрагменты / эпитопы которых, в последующем, подвергаются превращению в искомые олиго-НЭ-подобные последовательности. Вероятное присутствие в клетке нескольких различных типов олигонуклеотидов, схожих с олиго-НЭ, подтверждено их наличием в базах GenBank [6, 23, 24]. Такой «троянский конь» запускается с участием межклеточного контакта / переноса (в течении одних суток) целых митохондрий, мутации в которых могут быть специфически связаны с поддержанием экспрессии генов в режиме опухолевого фенотипа, лекарственной устойчивости, и т.д. [25, 26]. При этом, и для межклеточного переноса необходимых малых и объемных компонент, взаимодействующие клетки эксплуатируют образующиеся между ними магистрали прямых / изогнутых туннельных нанотрубок (TNTs / ТНТ; иногда, и для переноса митохондрий, в виде малых внеклеточных везикул длиной ~200 нм). Для чистоты эксперимента (и с тем же результатом) использовали также и прямой межклеточный перенос митохондрий [25, 26].

Последние (нанотрубки), – тип контактной, и на основе F-актина, коммуникации, – более быстрой, чем бесконтактный (на основе везикул). Образованы они тонкими цитоплазматическими мембранными мостиками / трубками диаметром 50–1500 нм и длиной от 3÷5 до 100 нм (соответствует

диаметру 10–20 лимфоцитов). Нанотрубки бывают малые (диаметром 4,5–6 мкм), средние (диаметром 7–10 мкм) и большие (диаметром 10 мкм и более). Состоят они как из бесконтактных филоподий (сенсорно-двигательных структур, микроспаек), образующих сети подвижных ламеллоподий, – так и благодаря физически сильно сливаемым (более 4-х минут) лиганд-рецепторным структурам, формирующим межклеточное взаимодействие [26] с помощью ламеллоподий, – тонких плоских выступов переднего края / периферии мигрирующей клетки. Ими актиновые филаменты образуют сеть, актиновый цитоскелет которой модулируется: ГТФазами (GTFs), специфическими белками (трансмембранными; искривляющими клеточную мембрану), миозином X, трансмембранным LST1-(МНС-белком-III-класса), липид-двигающими белками (которые генерируют искривление клеточной мембраны), а также молекулами адгезии (N-кадхерином / β -катенином) и некоторыми типами лиганд-рецепторных взаимодействий [26].

Срок жизни ламеллоподий небольшой: исчисляется минутами / часами. Нанотрубки (например, в макрофагах, Мф, др.) бывают широкими (более 0,7 мкм; состоят из F-актина и микротрубочек); участвуют в двустороннем переносе митохондрий, эндосом, лизосом, внеклеточных везикул (в том числе нагруженных митохондриями) и более мелких клеточных компонент. Полимеризация эластичного актина филаментов (который как веревка наматывается на вытягиваемый им груз; и с участием других белков, температурного фактора изгиба филаментов, – но не требуя энергии гидролиза АТФ), – способствует продвижению фиксируемого здесь груза благодаря генерации актином силы перемещения / продвижения и наращивания числа продвигаемых в одном направлении (вперед и вместе с грузом) субъединиц актина. Причем размер груза, иногда, может превышать диаметр нанотрубки. Нанотрубки бывают и тонкими (менее 0,7 мкм); они полностью состоят из F-актина и предназначены для одностороннего переноса более мелких объектов, таких как фрагменты плазматической мембраны, вирусы, сигнальные молекулы, микроРНК, др. [26].

В любом случае, работа TNTs (TNT; и, часто, в отличие от внеклеточных везикул, ВВ, – и в условиях тесного прямого / физического контакта) ассоциирована со многими, в том числе стресс-факторами {перекисью водорода, гипоксией, различными видами облучения, голоданием, температурным фактором, токсинами, микроРНК, воспалением, АФК (ROS), факторами апоптоза, транскрипционным p53-фактором, шаперонами, некоторыми вирусами, др.}. Это подчеркивает, что TNTs (TNT) могут быть средством коммуникации, выживания и восстановления различных в.н. свойств и клеток {нормальных; опухолевых, резистентных (переносящих Р-гликопротеины) / прогрессирующих} при стрессе [26]. И надо учитывать, что путем создания

многоклеточных функциональных сетей, связанных нанотрубками, можно улучшить как прогрессирование опухолевых клеток (что есть «–»), так и усиленную противоопухолевую реакцию (что есть «+») на стресс и распространение патогенов. Хотя опубликовано много отчетов о нанотрубках (TNTs) в различного типа клетках и ситуациях, – мало что известно о фактической работе транспортных механизмов, наблюдаемых в TNT. Кроме того, и запуск, и регуляция образования / стабильности TNT, – а также их связь с телом клетки, – являются пока плохо понятными явлениями [26]. Хотя подготовка к межклеточной передаче митохондрий, – или митохондрий с мутациями, – не исключено, вполне могла бы быть вПОТ / олиго-НЭ / «Молекулярная-Коммутация»-связанным процессом [11].

Тем не менее, ясно, что в некоторых случаях TNTs могут играть большую (ключевую) роль: в системе иммунного ответа; созревании, репарации и выживании клеток; прогрессировании рака; а также в распространении патогенов (бактерий, вирусов, неправильно свернутых / прионовых и прионоподобных белков). Таким образом, можно думать, что выбор в качестве мишеней и подавление образования TNTs (в том числе с помощью методов лучевой терапии) способны: прервать распространение патогенных (внутри- и внеклеточных) / стрессорных факторов (паталогически-измененных / опухолевых клеток, перекиси водорода, иных АФК, др.); подавить высокую терапевтическую резистентность (к лекарственным / токсичным веществам, препаратам, др.) [28, 29, 26].

Наоборот, TNTs могут быть использованы также и для прямой / быстрой / избирательной доставки лекарств, диффузии или селективного транспорта терапевтических средств, или клеточных органелл. Причем, – на большие расстояния и в клетки: опухолевые; или в гетерогенное пространство клеток опухолевого микроокружения {где есть: стромальные; Т-лимфоциты цитотоксические / хелперы / регуляторные; NK-, В-клетки, различные АПК (профессиональные: макрофаги, дендритные, В-клетки; др.), клетки миелоидного ряда (нейтрофилы; гранулоциты: эозинофилы, базофилы, тучные клетки), тканевые, др.}. При этом суммарно реализуются межклеточные взаимодействия, рассчитанные на самые разные транспортируемые габариты: бесконтактные (с участием гормонов, факторов лиганд / рецептор, проч.); щелевые (контактные, с участием клеток донор / реципиент); опосредованные нанотрубками (в 20–700 и в 700–1500 мкм между клетками) [26]. В то же время, и в свою очередь, запуск / подавление экспрессии белков формирования / разборки TNT (TNTs) может зависеть от того, какие именно будут воспроизведены олиго-НЭ (вПОТ-механизмом), возможно в режиме компонент «молекулярной коммутации» [11], из эпитопов / фрагментов-АГ конкретных процессируемых белков.

Процесс переноса митохондрий (одно- и / или двусторонний; с мутациями и без таковых), и возможных сопутствующих более мелких компонент (включая олиго-НЭ), касается не только исследованных здесь CD8⁺-Т-клеток и некоторых типов опухолей (глиобластомы, рака яичников, др.). Не исключено, это касается и некоторых других / многих типов нормальных и патологически измененных клеток / тканей (вокруг опухоли): АПК, миелоидных, тканевых [25]. В случае герминативных клеток, – это могло бы соответствовать теории пангенезиса Ч.Дарвина {т.е. передаче т.н. частиц-«геммул» (с типами последовательностей, – от коротких / длинных олиго-НЭ / белков / различных нуклеотидных последовательностей / др.; – и до более крупных частиц: экзосом, митохондрий, др., с их содержимым, – половым клеткам от клеток сомы)} [37]. И наблюдали это (*in vivo* / *in vitro*) как предпочтительный механизм коммуникации, в частности, в случае взаимодействия / контакта CD8⁺-Т-клеток с образцами опухолевых клеток глиобластомы человека U87, меланомы, карциномы, рака яичников, молочной железы, мочевого пузыря, плоскоклеточного рака кожи, немелкоклеточного рака легких (опухолевые клетки получались хирургической резекцией, – и, далее, ферментативно обрабатывались в соответствующих средах). Кроме того, исследовались клетки Hela, нейробластомы, клеточные линии мезотелиомы человека (и др.), – а также глиомы GL261 и клеточных линий рака молочной железы 4T1 у мышей [26, 25].

Стволовость CD20 клеток меланомы (п. 6)

CD20-маркер (минимум 5–10 единиц) характерен для большинства этапов развития и функциональной активности В-лимфоцитов, но обнаруживается и на мембране тех стволовых клеток меланомы, которые способны формировать популяцию сфероидов. Но В-клетки их не формируют, а CD20, вероятно, обеспечивает оптимальный В-клеточный ответ, в частности, против Т-независимых антигенов. Также предполагают, что CD20 регулирует активацию / пролиферацию В-лимфоцитов, – хотя точная физиологическая роль / функция белка CD20 до конца не ясна. Но известно, что CD20: влияет на поток ионов кальция через мембрану и запуск многих внутриклеточных процессов: активацию пролиферации, дифференцировку В-клеток, взаимодействие с BCR-комплексом (усиливает распознавание антигена, активацию клеток / внутриклеточных киназ: Lyn, Syk, ERK, др.). В итоге следует запуск каскада реакций: пролиферация, дифференцировка. CD20 может участвовать в активации адгезии (прилипанию к другим клеткам микроокружения) / миграции (в лимфоузлы, селезёнку, костный мозг) / полимеризации актина (который, – основа цитоскелета клетки). Это важно для того, чтобы В-клетка могла правильно адгезировать / прилипнуть к другим клеткам или элементам микроокружения, мигрировать (например, заселять лимфоузлы, селезёнку, костный мозг). Без CD20 нарушается хемокин-зависимая миграция.

Но роль CD20 скорее связана с тонкой настройкой и оптимизацией ответов, и не является обязательной для самой активации BCR или пролиферации клетки в целом. Исследование CD20-лимфоцитов важно для диагностики и классификации В-клеточных лимфопролиферативных заболеваний, а также для оценки В-клеточного звена иммунитета при иммунодефицитных и аутоиммунных состояниях. И именно CD20-клетки меланомы способны формировать опухоль у иммунодефицитных мышей [2, 30]. При этом возможно: высвобождение иммуносупрессивных / толерогенных факторов и поглощение таких цитокинов, как IL-6 и IL-10; усиление ингибирующего Т-клетки действия контрольных точек (при усилении экспрессии PD-L1 и CD200); снижение активности JAK/STAT-путей в клетках меланомы, – что затрудняет презентацию антигена CD8+Т-лимфоцитам и ведет к подавлению клеточного иммунного ответа (данные ИИ).

Также, систематическое изучение клеток тканей солидных опухолей двадцати одного вида (см. ниже) позволило обнаружить сочетание их стволовости и инфильтрации иммунными клетками. Такие стволовые опухолевые клетки (CSC) способны к самоподдержанию и дифференцировке в зрелые опухолевые клетки, – и формированию сфероидных колоний в культурах нормальных и опухолевых тканей. Клетки сфероида производят и запасают коллаген IV, ламинин, фибронектин, протеогликаны, тенасцин и другие вещества. Они не прикрепляются к пластику, но способны на большинство видов межклеточных контактов и взаимодействие с компонентами внеклеточного матрикса. Часто они образованы тремя слоями: внешним слоем (быстро пролиферирующих клеток), средним (со стареющими или покоящимися клетками), – и внутренним слоем (с некротическими клетками) [30, 2].

Стволовые клетки меланомы (СКМ) характеризуются комплексом признаков, – включая, в частности: а) экспрессию нескольких маркеров (CD20, ABCB5, CD133, CD271); б) активацию определённых сигнальных путей (Wnt, Hedgehog и Notch; сохраняют характеристики СКМ, включая их самообновление и лекарственную устойчивость); в) особенности микроокружения: секретируемые факторы Nodal / BMP; тем самым поддерживается благоприятная для возникновения и роста опухоли ниша, в которой клетки остаются стволовыми только в микроокружении соответствующих: клеток-соседей, внеклеточного матрикса, лимфы и крови; кроме того, ниша контролирует локальные процессы пролиферации и дифференцировки СКМ путём интеграции сигналов, поступающих от соседних клеток стромы, организма и внешней среды (данные ИИ).

Сам по себе CD20-маркер не решает всех вопросов формирования стволовости CD20-клеток меланомы, а лишь свидетельствует об участии целого комплекса генетических, эпигенетических и факторов микроокружения

(в контексте данных ИИ). При этом может наблюдаться разное сочетание маркеров, что придаёт популяции уникальную пластичность. Кроме того, существует концепция «переключения фенотипов», согласно которой клетки меланомы могут динамически переходить от высокопролиферативного/-низкоинвазивного, – к низкопролиферативному/-высокоинвазивному состоянию. И большинство этих сигнальных каскадов взаимосвязаны, а некоторые могут вызывать противоположные эффекты в зависимости от контекста [38]. {Можно подозревать, что в регуляции / настройке подобного рода факторов-селекции / переключения / пластичности и событий, и помимо белков (которые также находятся в поле регуляции), могут принимать участие и олиго-НЭ-последовательности, производные вПОТ-механизма}.

При этом наиболее частым событием при меланоме является мутация в гене BRAF. Наиболее часто (до 80–90%) эта мутация представлена вариантом V600L (заменой валина на лизин), который приводит к постоянной активации белка и независимости клетки от пролиферативных сигналов извне. Эта мутация почти не встречается в других опухолях, но наблюдается в разных пигментных невусах. Причем роль ее в клетках невуса и меланомы противоположна: у первых данные генетические нарушения коррелирует с дифференцировкой / старением клетки, – а при меланоме, обычно, с неконтролируемой пролиферацией. Такое изменение реакции на одинаковую мутацию свидетельствует о необходимости дополнительного механизма(ов). {И одним из них может быть вПОТ-механизм, вероятно, способный действовать как функционально / точно, так и полифункционально / параллельно. Причем, не исключено, что данная мутация, как и некоторые далее разворачивающиеся события дифференцировки / переключения / постадийно действующего перепрограммирования, являются следствием действия производных продуктов вПОТ-механизма (олиго-НЭ-в), функционировавшего ранее на разных этапах данного / иных процессов}.

Межклеточные взаимодействия внутри сфероидов способны защитить клетки от апоптоза, делают их более устойчивыми к разрушению ионизирующей радиацией, гипертермией, ультразвуком и агентами химиотерапии. Обогащённый свойствами стволовой опухолевой клетки, сфероид организует «туморосферу», в которой он создает родоначальный клон. {Данные ИИ: это соответствует слабому, но все-таки сходству с развитием эмбриона: самообновлению клеток через стволовые клетки (с активацией общих молекулярных путей и экспрессией ключевых транскрипционных факторов, например, OCT4, SOX2, NANOG); организации клеточных и пространственных градиентов; концентрации факторов роста, кислорода, питательных веществ; преобладанию анаэробного гликолиза, – что хорошо на ранних стадиях развития или в условиях гипоксии. В обоих случаях клетки могут активироваться одними

и те же протоонкогенными факторами (MYC, др.). Но при этом эмбрион развивается по жёстко скоординированному плану развития полноценного организма, а сфероид,— по упрощённой модели частичного воспроизведения некоторых аспектов поведения *in vitro* опухолевой ткани}.

Считается, что отдельный сфероид примерно соответствует опухолевому микродомену, поэтому такая модель лучше воспроизводит физико-химические градиенты и различия в скоростях пролиферации / апоптоза / некроза в пределах одного микроучастка [2, 30]. Что касается незрелых В-лимфоцитов, то только их CD20 маркеры, представленные на клетках меланомы (и в отличие от других ее маркеров), отражают: наибольшую аномальность и специфичность в проявлении ими стволовости, мультипотентности / пластичности (дифференцировке в различные в.н. клеточные линии: адипоциты, хондроциты, остеобласты или меланоциты), связи с лекарственной-устойчивостью / повышенной-онкогенностью, самообновлением и прогрессией опухоли. Что позволяет формировать последовательности / пространственные структуры,— соответствующие специфике формирования именно данного процесса канцерогенеза,— и, снова, в соответствии с иммунорегуляторными и эволюционными особенностями развития данных сфероида и лимфоидной ткани (данные ИИ).

Стволовость положительно коррелировала с более высокой внутриопухолевой гетерогенностью,— возможно, за счет антигенной защиты опухолевых клонов от элиминации иммунной системой. При этом показано сочетанное действие повышенной гетерогенности внутри опухолей,— и пониженной инфильтрации иммунными клетками. Это может быть связано с повышенной стволовостью,— и за счет увеличения репликативных возможностей и антигенной защиты отдельных клонов опухоли от элиминации иммунной системой. На фоне отрицательной связности гетерогенности клеток с четко проявляющей себя стволовостью (и при повышенной мутабельности), обнаружены, во-первых, цитотоксические CD8⁺Т-клетки,— а также В- и/или NK-клетки (что обычно ассоциировано с благоприятным прогнозом) [20].

Но в.н. четкого сочетания отрицательной связи между стволовостью и противораковым иммунитетом, во-вторых, не наблюдалось при инфильтрации опухолей другими,— CD4⁺Т-клетками / Tregs = Треги {CD4⁺; хорошо экспрессирован маркер CD25⁺ (рецептор к IL-2, α-цепи IL-2R); FOXP3⁺ (важнейший внутриклеточный маркер)} и нейтрофилами (здесь стволовость отрицательно влияла на взаимодействие лимфоцитов с опухолевыми клетками). Эти последние (клетки), здесь / вероятно, обнаруживали более сложную,— регуляторно-промежуточную связь между стволовостью опухолевых клеток,— и срабатыванием иммунологических категорий «свой / чужой» в отношении, во-первых, опухоль-инфильтрирующих клеток. Стволовость, предполагается,

способствует разнообразию опухолевых клонов. В целом, собирательный образ стволовости включает: 1. повышенный процент этих клеток, большие их мутабельность и канцерогенность (агрессивность), большее разнообразие клонов, усиление роли иммуносупрессорных генов; 2. понижение: противоопухолевой / другой иммунной защиты от эндогенных ретровирусов, IFN-I-сигналинга; 3. рост гетерогенности опухолевых антигенов / клеток, и их репликативного потенциала; 4. формирование иммунологически «холодного» опухолевого микроокружения (др., и т.д.). При этом репликативный потенциал CSC-клеток обеспечивает большую гетерогенность опухоли [20].

{Реплика: что касается категории «свой / чужой» (сортинга), то необходимо понимать, также и во-вторых, что она не всегда может быть абсолютной, — тем более, и в частности / особенно, — при онкологических процессах, когда, вероятно и в отношении эпителий / фрагментов АГ, также может действовать и категория “похожий на «свой / чужой»”. Это означает, что иммунная система, столкнувшись с данными эпителиями / фрагментами АГ, «задумывается», и, запустив режим иммуносупрессии, реагирует запуском в.н. регуляторных Т-клеток (Трегов) и клеток миелоидного ряда (нейтрофилов, др.): с каждым АГ надо «разбираться» поэпитопно / индивидуально. Обладание вПОТ-механизмом, не исключено, делало бы клетку способной к одновременному / параллельному / связанному решению множества метаболических (биохимических, молекулярно-биологических, молекулярно-генетических, генетических, иммунологических), — и, совместно с организмом, задач эволюционного плана}.

Однако, и в свою очередь (гипотетически), воссозданию самих-CSC-клеток / их-клонов, вероятно, могут способствовать (и на фоне выше перечисленных причин) как свободные олиго-НЭ, — так и/или олиго-НЭ, ассоциированные / передаваемые с митохондриями (и другими внутриклеточными компонентами). Причем, вероятно, одни олиго-НЭ могут быть исходной причиной, — тогда как другие, наоборот, следствием запуска вПОТ-механизма. Это может сопровождаться как ростом числа / гетерогенности опухолевых стволовых клеток (CSCs; усилению / угнетению их пролиферации), — так и появлением новых, более агрессивных клонов опухолевых клеток (с усилением роста числа опухолевых клонов, — и усилением ускользания их от иммунного надзора). При формировании вПОТ-опосредуемого ответа, воспроизводство олиго-НЭ-в может быть сначала / недолго более специфичным (ориентированным в большей степени на олиго-последовательности, комплементарные / частично-комплементарные регуляторным участкам экспрессируемых областей генов / генома). Далее (и / или параллельно), однако, может идти формирование других олиго-НЭ-тов, — менее специфичных / комплементарных, — но, при этом (в том числе), функционировать в режиме и соответствии с законом действующих масс

(т.е. «молекулярной коммутации» по Никитину М. [11]). В целом, однако, разные олиго-НЭ, как результат сбалансированных вПОТ-зависимых процессов, – и учитывая, что митохондрий бывает много (у человека несколько сотен и более), – могут формироваться и идти (последовательно / параллельно) и в опухолевых, и в нормальных, и в клетках опухолевого микроокружения (включая, в частности, клетки иммунной системы).

При этом, надо учесть, что в стволовых опухолевых клетках не редко обнаруживают такие глубокие генетические изменения (произошедшие, не исключено, при начальном и / или последующем участии олиго-НЭ-посредников), как повреждение полифункционального антионкогенного белка р53 (точечная мутация) и потеря Y-хромосомы [31] (сравнимо с хромотриписом при онкогенезе [32]). Причем потеря Y-хромосомы (LOY, loss Y-chromosome), в большинстве, хотя и не во всех типах опухолей, усиливается с увеличением: а) частоты повреждений / мутаций, именно, и прежде всего, в гене TP53 (на коротком плече хромосомы 17p13.1), и еще в 2–3-х генах; б) общей геномной нестабильности в таких клонах. В солидных злокачественных опухолях ~50–80% клеток имеют различные повреждения ДНК в гене TP53. В этом смысле, и учитывая возможную роль поврежденного TP53 в усилении агрессивности текущего заболевания, плохом ответе на стандартное лечение, бесконтрольности деления, уклонении от апоптоза и накоплении мутаций в раковых опухолях, – можно считать, что роль такого TP53 гена является драйверной [31]. Например, при: а) CLL, – ХЛЛ, хроническом лимфоцитарном лейкозе; б) при UVM, – ювеноальной меланоме, редкой злокачественной опухоли меланоцитов глаза, не связанной с действием ультрафиолетового света, как в случае меланомы кожи, – но усиливающейся с возрастом, и, в основном, у мужчин.

Причем возникновение UVM, однако, и в свою очередь, может быть связано с такими факторами [31], как:

а) потеря некоторых / уникальных генов, ассоциированных с Y-хромосомой, теряемых при клональной потере самой Y-хромосомы, LOY (прежде всего у лиц пожилого возраста); эти гены, – KDM5D, UTY/KDM6C и RPS4Y1 (сбалансированно сцеплены с генами-паралогами на X-хромосоме; создают уникальные / мишеневые уязвимости), – демонстрируют разнообразие функций, – от эпигенетической регуляции, до участия в иммунных и клеточных процессах; это подчёркивает важность Y-хромосомы в развитии и функционировании организма;

б) гетерогенность;

в) время / скорость пролиферации опухоли до ее прогрессирования [31].

Заметим только, что на X-хромосоме человека примерно 1400 генов, и из них белок-кодирующих около 800, а на Y-хромосоме, и по разным

оценкам, 203 гена (из которых 63 кодируют белки с известными функциями), – и 397 псевдогена (данные ИИ).

Потеря Y-хромосомы (LOY) стволовыми опухолевыми клетками (п. 7)

Такая потеря Y-хромосомы, LOY (раннее клональное событие), часто ассоциирована с метастазированием, экспрессией ЕМТ-генов (эпителиально-мезенхимального перехода), и характеризуется частыми ранними мутациями в онкогенах альфа-субъединицы гетеротримерного G-белка с активностью ГТФазы: GNAQ-(мутации-истощались-↓) / GNA11-(мутации-усиливались-↑). LOY-потеря может быть ассоциирована с потерей опухолевого супрессора KDM5D (Y-связанной гистондеметилазы). Подобно LOY-ассоциированным опухолям, LOX-потери (определяются как потери $\geq 99\%$ X-хромосомы) также сопровождаются повышенной частотой метастазирования (47% против 15%). Причем предполагают, что для некоторых типов опухолей (29-ти) потеря половой хромосомы является следствием не столько возрастных изменений, сколько подразумевает генетические драйверные события среди общегеномных для X- и Y-хромосом генов (таких как мембранные SMCX / SMCY, мембранные транспортные белки XKRX / XKRY; а также хроматин-модифицирующие гены CDX и CDY1/2, и др.) [31].

Кроме того, в усилении нестабильности, LOY-потере (опухолевыми и нормальными клетками) значительную роль может играть и тот факт, что длина Y-хромосомы у людей значительно варьирует. Причем с частотой, – большей, чем для некоторых / большинства классических, и более мелких, чем они, драйверных генов (и на фоне общегеномной нестабильности). Одновременно допускают, что даже в случаях, когда LOY-опухолевый тип возникает как «пассажирский» (побочный / вторичный) продукт общей геномной нестабильности, – нельзя исключить вклада в биологию опухоли и путей отдельных / связанных с Y-хромосомой генов (как целых, так и вероятных их драйверных суперэнхансерных / других регуляторных элементов) [31]. {Гипотетически можно допустить, что подобные события драйверной синхронизации могут быть связаны с постоянно довлеющим, системным и, в том числе, мутагенным действием некоторых олиго-НЭ-в (продуктов вПОТ-механизма)}.

Вклад в LOY вносит также и LOH, потеря гетерозиготности (при потерях псевдоаутосомальных областей PAR-аллельных-копий, pseudoautosomal regions; утрачиваются некоторые гены-супрессоры опухолей; появляются в связи с делецией, рекомбинацией). Это сопровождается снижением экспрессии нескольких генов иммунных рецепторов, включая рецепторы макрофагов CSF2RA и IL3RA, и поверхностного маркера CD99 (который высоко экспрессируется в клетках глиобластомы, где он коррелирует с миграцией и инвазивностью) [33, 34] [31].

Зависимость мультиформной глиобластомы (GBM) от CD99 может объяснить относительно низкие показатели здесь LOY-потерь. CD99, – гликопротеин, ассоциированный с длинной и короткой его формами, который: экспрессируется на Т-лимфоцитах, эритроидных и других типах клеток; важен для процессов адгезии, миграции, передачи сигналов и иммунных процессов; характеризует агрессивное течение и худший прогноз при сильной экспрессии в некоторых опухолях; является мишенью для иммунотерапии [31].

Для полного понимания роли LOY в опухоли, и во взаимодействии с иммунными и стромальными клетками микроокружения опухоли, потребуются дальнейшие функциональные исследования в соответствующих модельных LOY-/WT-системах. При этом повреждённые клетки продолжают выживать и накапливать дополнительные мутации, – что еще более усиливает их и без того значительную генетическую нестабильность. И около 90% повреждений в генах, – это миссенс мутации, ведущие к изменению структуры белка. Хотя в клонах клеток доброкачественных опухолей, – а повреждение белка p53, который регулирует клеточный цикл и активируется при накоплении повреждений ДНК, – это также наиболее универсальное изменение. При повреждении ДНК, белок p53 способствует остановке клеточного цикла / репликации ДНК [31].

Для части раковых клеток характерна потеря Y-хромосомы, – при нарушении процессов распределения хромосом, укорочения теломер и дисфункции центромер (действие возрастного фактора). Все это, как и другие / некоторые неназванные здесь, – возможные примеры нарушения экспрессии генов, контролировать которую, и помимо белков, могут и олиго-НЭс (продукты гипотетического вПОТ-механизм). Последние могут быть представлены в виде разной длины линейных, дуплексных, триплексных, (квадруплексных [35]), кольцевых, различных шпилечных и иных структур. Действовать они могут напрямую, через взаимодействие с промоторами / энхансерами / др. частями генов, – и / или через контроль экспрессии каждого из соответствующих белков запуска этих и других связанных с ними процессов (а также через контроль качества митохондрий). Опухоли с дефицитом Y-хромосомы растут агрессивнее, так как эффективно «отключают» иммунный ответ организма и распространяют явление потери и на соседние опухолевые клетки. Это происходит в результате отработки «стратегии адаптации», – когда опухолевая клетка уклоняется от агрессии иммунной системы, – и для выживания ее в разных органах. Рак мочевого пузыря, например, сопровождается истощением Т-лимфоцитов, – ключевых клеток иммунной системы, уничтожающих патогены. Одновременно, потеря Y-хромосомы в одной клетке (в том числе, и подобно митохондриям, ч – с мутациями), бывает, сопровождается такой же и в соседних клетках [31].

Не исключено, выше названная потеря Y-хромосомы может быть подобна таковой, во-первых, для описанного в этой статье процесса переноса митохондрий между опухолевыми, иммунными и клетками опухолевого микроокружения: в составе частиц, везикул или по некоторым типам нанотрубок (когда постулируется перенос даже целых органелл) [32]. С другой стороны, и во-вторых, в клетке возможны такие мутации в генах / протоонкогенах, как: транслокация фрагмента хромосомы; делеция / вставка / обмен (в том числе множественными не соседними участками разных участков хромосомы); миссенс-мутация. Они могут приводить к перерождению здоровой клетки в злокачественную, к усилению злокачественности ранее сформированной опухолевой клетки. Не редко подобным глубоким генетическим изменениям подвергаются одна / несколько хромосом опухолевой клетки при хромотрипсисе [32]. Постатийная стратификация LOY-опухолей (с Y-потерей) подтвердила тенденцию ухудшения промежуточного и конечного состояния пациентов [31].

Стволовость в контексте про – (ретровирусной / иммуносупрессорной) активности (п. 8)

С усилением стволовости / опухолевой-прогрессии (увеличением процента опухолевых клеток) связан рост активности:

а) эндогенных ретровирусов: в раковых стволовых клетках (ERVs, составляют ~8 % генома человека); в нормальных же стволовых, плюрипотентных и эмбриональных стволовых клетках, такой рост отрицательно связан со стволовостью, – и подавляется, возможно, для предотвращения инсерционного мутагенеза; (заметим, что наличие эмбриональных стволовых клеток сочетается с ослабленным врожденным иммунным ответом); активация программы стволовости в опухоли может ограничивать противоопухолевые иммунные ответы путем усиления ERV-экспрессии и подавления IFN-I-сигналинга внутри клетки;

б) иммуносупрессорных путей, когда выявлены: 1. положительные связи между стволовостью и рядом иммуносупрессорных генов, например: CD276, который подавляет активацию Т-клеток и аутоиммунитет; является клинической мишенью, т.к. экспрессируется на раковых, и клетках кровеносных сосудов, инфильтрирующих опухоль; CD155=PVR (рецептор полиовируса, участник адгезивных контактов; проявляет мощное ингибирующее действие в различных подмножествах иммунных клеток; ключевой лиганд формирования контрольных точек на основе TIGIT-рецептора; экспрессируется на Т- и других иммунных клетках путем активации самообновления и определения судьбы нормальных / опухолевых-стволовых (CSC) клеток); 2. отрицательные связи между стволовостью: и IFN-I-сигналингом (IFN- α/β) при большинстве видов рака; и TGFB1 (ключевым игроком индукции

иммунологической толерантности). Все это касается, по крайней мере, нескольких нозологий [20].

Таким образом, активация программы стволовости в опухолях может ограничивать противоопухолевые иммунные ответы путем подавления IFN-I-сигналинга и, например, усиления ERV-экспрессии внутри клеток, – когда фенотип стволовости связан с экспрессией нескольких генов, которые потенциально могут служить мишенями при иммунной модуляции. Это обеспечивает связь между антигенной внутриопухолевой гетерогенностью, – и иммуносупрессией (связанной с активацией блокады иммунной системы по соответствующим контрольным точкам). Но большая часть солидных раков или не допускает инфильтрации лимфоцитами (1), – или неиммуногенна (2) (иммунологически «холодная»), – и, таким образом, защищена от атаки цитолитическими Т-лимфоцитами.

Согласно гипотезе раковых стволовых клеток (РСК) опухолевые клетки способны приобретать свойства стволовых клеток (т.е. соответствующие: профиль экспрессии генов; способность к долгосрочному самообновлению; др.). Это объясняет явления терапевтической резистентности, «спячки» и метастазирования таких клеток. Понятие стволовости раковых клеток (как и исключение иммунных клеток из опухолевого микроокружения) приобрело значимость из-за сильной связи с плохими результатами при лечении самых разных видов рака. Тем не менее, опухолевым стволовым клеткам (ОСК=CSC) отводится роль такого драйвера внутриопухолевой гетерогенности, который обнаруживает отрицательную связь между инфильтрацией иммунных клеток и внутриопухолевой гетерогенностью (и на основе иммуногистохимических результатов и данных экспрессии генов) [20]. В целом, очевидно, что стволовость обнаруживает: явно выраженную отрицательную связь с противоопухолевым иммунитетом (с одной стороны); и, наоборот, сильно / драматически положительную связь, – с внутриопухолевой гетерогенностью, и, в значительной степени, с мутационной (ДНК – / РНК -) нагрузкой при разных видах рака (с другой стороны). Медианные стволовость / мутационная нагрузка (в отношении логарифмических преобразований с выходом на несинонимичные мутации) положительно коррелируют между многими раковыми заболеваниями ($n = 21$; $P = 0,015$) [20].

Таким образом, разработка явления стволовости раковых клеток (для большинства их видов, – за исключением рака почки) позволила выявить плохой исход и противонаправленность в действии таких основополагающих понятий, как противоопухолевый иммунитет (который подавляется) и внутриопухолевая гетерогенность (которая нарастает). Хотя корреляционный анализ не позволил выявить причинно следственную связь, предполагают, что фенотип стволовости, обнаруженный в раковых клетках, подобен

таковому в нормальных стволовых клетках, но включает поддержание состояний иммуносупрессии и экспрессии факторов диверсификации опухолевых клонов в иммунопривилегированной микросреде [20]. Такие различия могут породить гетерогенные и устойчивые к лечению клоны опухолевых клеток. Одновременно, это согласуется с исследованиями, показывающими накопление мутаций в нормальных стволовых клетках [20]. В целом, и часто из-за ситуативной невозможности разделить клетки на их виды / подвиды, это согласуется с фактом применения неспецифических сочетаний (комбинаций) / неспецифических (же) маркеров / их-комбинаций у стволовых (опухолевых / нормальных) клеток различных тканей (и их предшественников).

Заметим, что в контексте нашей гипотезы, – {гипотетической концепции существования ВПОТ-механизма, воспроизводства им олиго-НЭ в митохондриях, которые, в свою очередь, во-первых, могут мутировать, а во-вторых, и вместе с олиго-НЭ и другими внутриклеточными компонентами, потенциально способны передаваться между клетками: а) по некоторым типам нанотрубок; б) с помощью внеклеточных везикул (EVs); в) через каналы щелевых соединений (GJC)}, – появляется подозрение, что клеткой самой могут быть решены проблемы появления / закрепления стволовости, гетерогенности и влияния на иммуносупрессию опухолевых клеток / клонов (т.е. выше названной причинно-следственной связанности). В этом случае, и по-видимому, важно, что потенциально олиго-НЭ могут выполнять целый набор ролей: 1). тРНК-подобных праймеров репликации мтДНК; 2). олигонуклеотидных матриц (линейных); 3). различных конформационно активных олигонуклеотидов: в составе шпилек, дуплексов, триплексов, квадруплексов, спиралей, др.; 4). последовательностей, направляющих: мутагенез / экспрессию (митохондриальных / ядерных генов); малые-РНК-зависимых процессов; и т.д. [6–10, 35].

Однако, это не так четко работало в случае противоопухолевого иммунитета в отношении некоторых подтипов / стадий рака: а) молочной железы (где базальный подтип имел самую высокую стволовость, как и ожидалось, а люминальный-А-подтип, – самую низкую); и эндометрия {где самая высокая оценка стволовости наблюдалась в опухолях с высоким числом копий (CN-high), – и в ϵ -(епсилон)-полимеразах мутантных опухолей; а самая низкая, – в опухолях с низким числом копий (CN-low)}; б) и, особенно, при сравнении первичных, – с более глубоко пораженными образцами метастатической меланомы. Кроме того, анализ-материалов / изучение процента стволовых клеток в общем ряду различных опухолевых, неопухолевых и клеток микроокружения показал, что явление стволовости в существенно большей степени связано именно с раковыми клетками (причем, индивидуально, как для разных видов рака, – так и одноименных, но отличающихся соотношением числа

стволовых-опухолевых-клонов // (к) // общему-числу-опухолевых-клонов),— но не с другими клетками микроокружения опухоли [20].

Заметим только, что обе сравниваемые характеристики,— затухающий, падающий противоопухолевый иммунитет и нарастающая внутриопухолевая гетерогенность, и в контексте стволовости / теоретически,— не исключено, могут быть облигатно связаны как с количественно-качественными характеристиками олиго-НЭ-последовательностей (продуктами механизма варибельной Поэпитопной Обратной Трансляции отдельного эпитопа),— так и с более крупными частицами, и даже с целой органеллой митохондрией (в том числе имеющей мутацию, не исключено, вызванную действием вПОТ-ассоциированных олиго-НЭ). Ранее уже говорилось, что опухолевая ткань, принося ущерб (смерть) отдельному организму (в популяции организмов), иногда может быть полезной (на популяционном уровне),— для выживания и эволюции целого биологического вида [36]. В этом случае олиго-НЭ-т(ы) могут быть переносимы из клеток разных тканей (сомы) в герминативные клетки. Но, прежде всего,— из наиболее активно пролиферирующих (и богатых стволовыми клетками) опухолевых клеток этих тканей. Причем как свободными,— так и ассоциированными с митохондриями и/или иными внутриклеточными компонентами. И быть частью / основой в.н. // т.н. «геммул» Ч.Дарвина в герминативных клетках [37, 36]. Стволовость связывают с внутриопухолевой гетерогенностью, и предполагается, что они способствуют разнообразию опухолевых клонов. При этом репликативный потенциал таких стволовых-(CSC)-опухолевых-клеток обеспечивает большую гетерогенность самой опухоли. Стволовость может быть общетерапевтической мишенью при достижения сдерживания прогрессии опухоли и усиления противоопухолевого иммунитета [20].

Некоторые возможные связи гипотетического вПОТ-механизма с противоопухолевым иммунитетом (рассмотрение: Т-клеток, неоантигенов, соматических мутаций, переноса митохондрий с мутациями / без) и протеосомально-убиквитинилирующей системой (п. 9)

Связь с противоопухолевым иммунитет (п. 9а)

Противоопухолевый иммунитет, при определённых условиях, и в том числе, может включать распознавание цитотоксическими Т-клетками неоантигенов, возникающих в результате соматических мутаций генов белков (и некоторых РНК) нормальных и опухолевых клеток. Показано, что дисфункция / перенос митохондрий с мутациями в иммунные Т-лимфоциты (TILs) нарушает (снижает) противоопухолевый иммунитет. В митохондриях опухолевых и Т-клеток часто (до ~75 % случаев) присутствуют одни и те же мутации [25]. При этом (и в контексте гипотетического вПОТ-механизма) надо учитывать, что эти мутации, потенциально, могут быть результатом

не только передачи целых митохондрий с уже готовыми данными мутациями или без них, – но и передачи таких олиго-НЭ (самих по себе), которые, и по крайней мере методом в.н. олигонуклеотид-направленных мутаций, т.е. совместно, в том числе, с эндогенными эндонуклеазами [6, 23, 24], сами могут провоцировать образование мутаций в ДНК митохондрий / ядра.

После переноса митохондрий опухолевых клеток (особенно с мутациями) в Т-клетки (вплоть до состояния митохондриальной гомоплазмии, – и в совместно культивируемой среде), – последние проявляли дисфункцию и содержали мтДНК с теми же самыми мутациями [25]. Это отрицательно сказывалось на энергетическом обеспечении клеток и вело к подавлению активации Т-клеток, которые содержали мтДНК с мутациями и обнаруживали черты метаболических нарушений / старения (повышение АФК, др.), а также дефекты эффекторных-функций / формирования-памяти, падение мембранного потенциала. С этими же мутациями связывали неблагоприятные результаты при терапии «тормозным сигналом» (PD-1-блокадой) иммунных клеток. Хотя при химиотерапии без данной блокады этого не наблюдалось. Из-за митофагии, индуцированной АФК раковых клеток (прежде всего при OXPHOS, окислительном фосфорилировании, опосредуемом синтезом АТФ в митохондриях, – но, также, и в других компартментах клетки), количество митохондрий в Т-клетках *in situ* снижалось, – и этот эффект был обратимым после введения антиоксидантов или ингибиторов митофагии [25].

Такого же снижения митохондрий в раковых клетках не происходило. В этих клетках (включая варианты меланомы MEL02, MEL04, др.) белок USP30 (пептидаза) удалял убиквитинилирующую метку на поврежденных митохондриях, – и, тем самым, приостанавливал запуск митофагии убиквитинилирующим белком Parkin по лизиновым, K63/K48, остаткам (вместе с белками: PINK1, PARL, MAP1LC3A / GABARAP). Этим предотвращалась деградация митохондрий и обеспечивалось уклонение опухолевых клеток (карцином: молочной железы, гепатоцеллюлярной; глиобластомы) от иммунной системы. Хотя, – действие USP30-пептидазы (т.е. удаление убиквитина) можно было нейтрализовать его ингибитором CMPD-39 (химическое вещество, $C_{26}H_{28}FN_3O_4S$; усиливает митофагию и пексофагию = подвид аутофагии). Этот последний частично снижал перенос митохондрий из раковых клеток и предотвращал прогрессирующее замещение по гомоплазматическому типу [25]. Исследования на мышах показали, что ингибирование или отключение гена USP30 может защищать нейроны, продуцирующие дофамин, который обычно уменьшается при прогрессировании болезни. Это может дать, в частности, эффект замедления / предотвращения прогрессирования другого, – нейродегенеративного заболевания (Паркинсона) [39].

Высоко экспрессирующаяся убиквитин-специфическая протеаза / пептидаза USP30B, и вместе с митохондриями, хорошо переносится и ингибирует митофагию в различных раковых, но не в Т-клетках. Поэтому в раковых, и в некоторых клетках опухолевого микроокружения, митохондрии (с полноценным OXPHOS, окислительным фосфорилированием) собственные, и перенесенные из Т-клеток вместе с другими внутриклеточными компонентами с помощью нанотрубок и внеклеточных везикул, митофагии не подвергаются (действуют и другие факторы). И опухолевая клетка, в отличие от Т-клетки (теряющей эффекторные функции, поддержание памяти), функционирует качественно. Она ускользает от иммунного надзора с помощью различных механизмов, – включая продукцию иммуносупрессорных клеток и их молекул, создающих благоприятное опухолевое микроокружение (БМО) для прогрессирования опухоли [25].

В свою очередь, прогрессия / метастазирование опухоли обычно ассоциированы с васкулогенной мимикрией (активируемой, в том числе, компонентами цитоскелета), – которая, можно допустить, является «более продвинутой» преемницей (возникающей на более поздних этапах онкогенеза), – возможно, более раннего / предшествующего или параллельно развивающегося процесса межклеточного туннелирования по нанотрубкам целого ряда внутриклеточных компонент. Среди последних могут быть целые и фрагменты, – органелл / внутриклеточных везикул (митохондрий / экзосом, др.), молекул ДНК и РНК (ядра, митохондрий), белков (онкогенных / провоспалительных и про- / анти-иммуногенных, др.), липидов, различных низкомолекулярных компонент (включая антиапоптогенные / антицитоскелетные / иные, наномолекулярные платформы, др.) [40]. Ранее / теоретически, нами также выдвигались нуклеопротеидные платформы с наномолекулярными включениями (олигонуклеотидными / на-основе олиго-НЭ, продуктов вПОТ-механизма) [7, 8], которые, предположительно, также могут быть ассоциированы с подобными супра-/био-/макро-/молекулярными, липо-нуклео-протеидными и молекулярными комплексами / частицами и их фрагментами.

{Отступление. Заметим, что для функционирования вПОТ-механизма важно, что, вероятно, существует определенная связь (данные ИИ) между протеасомами и митохондриями (и сравним их с нашей гипотезой):

1) с одной стороны, убиквитин-протеасомный путь использует нормальные и аномальные белки ядра / цитоплазмы эукариотических клеток и играет важную роль в их распаде, – до тех самых фрагментов / эпитопов, которые, в том числе и возможно, подлежат использованию вПОТ-механизмом. И до своего расщепления в 26S протеасомах, – они АТФ-зависимо убиквитинилируются;

2) с другой стороны, во-первых, некоторые компоненты системы убиквитинилирования и деубиквитинилирования были идентифицированы среди белков наружной мембраны митохондрий;

это соответствует тому, что вПОТ-механизм, вероятно, ассоциирован:

а) как с наружной мембраной, где, по крайней мере (частично-повтор) фиксированы: i) компоненты системы убиквитинилирования и деубиквитинилирования (т.е. в нашем случае, – подготовки эпитопов / фрагментов АГ к дальнейшему участию в вПОТ-механизме; см. ниже); и где происходят: ii) блокировка / регуляция-повышения проницаемости митохондриальной наружной мембраны в отношении выхода проапоптотических молекул (цитохром С, AIF, Smac / Diablo, др.) в цитозоль; iii) нейтрализация порообразующей активности интегрального белка наружной мембраны митохондрий VDAC (в частности), – и при его взаимодействии с проапоптотическими / порообразующими белками семейства Bcl-2. Среди последних: Bax / Bak (запускают апоптоз), Bad / Bim / Puma (регулируют апоптоз), др. При этом белки Bcl-2 могут, с одной стороны, как способствовать выживанию нормальных-клеток / организма (предотвращая апоптоз), – но / так-и-гибели опухолевой клетки (не предотвращая апоптоз). Нарушение такого баланса в пользу антиапоптотических белков может приводить к устойчивости клеток к апоптозу, – что наблюдается, например, при некоторых онкологических заболеваниях. При остановке формирования здесь пор (когда не происходит движения к нужным степеням набухания и формирования мембранного потенциала) формируется баланс между антиапоптотическими и проапоптотическими белками.

б) так и, во-вторых, с внутренней, трудно проницаемой мембраной митохондрий, – на которой, вероятно, может проходить включающий «застревание» сортинг эпитопов / фрагментов-АГ, сформированных из ранее процессированных протеасомами / лизосомами / фаголизосомами белковых «своих» / «чужих» АГ, – далее взаимодействующих с мембран-связанной фракцией тРНК}.

Сказанное выше хорошо согласуется с тем фактом, что как внутренняя, так и внешняя / наружная мембраны (и включая межмембранное пространство) митохондрий содержат сотни белков, – из общего пула в ~1500 белков, кодируемых ядерным геномом митохондриального протеома человека), – что, вероятно, способствует обеспечению их сложной функциональной организации.

В результате этого (см. п. 2) могут формироваться необходимые для вПОТ-механизма наборы Аа-тРНК, – с антикодоновыми участками которых (и, возможно, прилежащими 1–2 нуклеотидами), и в качестве матрицы / псевдо-матрицы, и ассоциирован вПОТ-механизм.

Таким образом, выходит, что убиквитин-протеосомальная система, участвуя в регуляции биохимического / энергетического гомеостаза

митохондрий (посредством анализа фрагментов / эпитопов своих и чужих антигенов, АГ),— одновременно, и в том числе, вероятно, может участвовать и в контроле качества / функций митохондрий (в процессах аутофагии, клеточного гомеостаза). Кроме того, и вероятно, она может представлять в.н. фрагменты / эпитопы белков,— для использования и превращения их в различные формируемые вПОТ-механизмом олиго-НЭ-производные (продукты),— в качестве мерила / (инструментов / продуктов) / степени / характера митохондриально-ядерных взаимодействий, направленных на гармонизацию экспрессии их генов / геномов,— и, при необходимости, на точечную / иную модификацию этих генов / геномов.

Убиквитинилирование, ассоциированное с адаптерным MAVS-белком-интегратором (п. 9б)

Кроме того, ранее / далее отмечено, что с этой системой (убиквитин-протеосомальной) могут быть связаны такие процессы, как реализация врожденного иммунного противовирусного ответа с участием специального адаптерного белка-интегратора MAVS. Он передает сигнал от цитозольных рецепторов (RIG-I / MDA5) о распознавании вирусной РНК, играет здесь основную роль и взаимодействует с также интегрированным на наружной мембране митохондрий комплексом, включающим RIG-I / подобные (MDA5, LGP2, геликазы) и РНК-распознающие (TLRs / PRRs) белки-рецепторы, во-первых. Во-вторых, он участвует в индукции синтеза интерферонов I типа (IFN- α , IFN- β) и провоспалительных цитокинов [41, 42]. Также, MAVS может взаимодействовать: с иницирующими рекрутинг более чем 30-ю молекулами-партнерами, запускающими каскад сигналов, активацию киназ TBK1 / IKK ϵ (др.; фосфорилируют IRF-транскрипционные факторы); и с факторами разветвления среды: IRF3 (интерфероновый, транскрипционный) и NF- κ B (действующий на сотни генов: с противовирусным на ранних, и провирусным эффектом,— на более поздних стадиях),— в инфицированных и неинфицированных клетках (и при участии интерферон-стимулирующих генов, ISGs) [41, 42].

Ранее предполагалось, что некоторые MAVS-ассоциированные пути «связаны-с» / имитируют микродозы вируса и, при отсутствии специальных блокирующих структур: а) поддерживают регуляцию аутоиммунных процессов; б) формируют прион-подобные агрегаты (частично обратимые конгломераты) олигомерных,— и, далее, устойчивых к детергентам / протеазам высокополимерных прион-подобных доменов в белковых-структурах / частично-обратимых конгломератах самоагрегирующих волокон,— которые то и взаимодействуют с естественно возникающими прион-подобными доменами, функционирующими с некоторыми белками-мишенями [41, 42].

Кратко, MAVS-путь реализуется для самосохранения (поддержания), усиления каскада передачи сигналов, запуска процессов воспаления / активации

транскрипционных IRF- / NF-κB-факторов и комплекса мультибелковой инфламмосомы с каспазами на разных уровнях [41, 42]. В отсутствии инфекции появление самоагрегации (спонтанной агрегации), связано с активацией интерферона I провоспалительными цитокинами и обусловлено гомотипическим взаимодействием (из-за эффектов группы / массы, внутривидовой конкуренции, паразитизма и каннибализма) трансмембранных ТМ-доменов нативных мономерных *in vivo* версий MAVS-белка. Последние избегают спонтанной активации иммунитета и препятствуют множеству усеченных по одному из шести метионинов N-конца (CARD-домена) изоформ MAVS вызывать Nix-зависимую митофагическую деградацию агрегатов (хотя Nix-блокирование стабилизирует агрегаты). Агрегация строго регулируется: в отсутствии инфекций, MAVS находится в мономерной форме и избегает спонтанной активации иммунитета. При этом гомотипическое взаимодействие С-концевых ТМ-доменов эндогенного MAVS и его N-усеченных изоформ стабилизирует MAVS, не дает образовать спонтанные агрегаты и предотвращает деградацию MAVS [41, 42].

Заметим, что при гомотипическом взаимодействии:

1) MAVS самоагрегирует на внешней мембране митохондрий; и это обязательный этап активации противовирусного ответа полимеризирующихся друг с другом, и при активации иммунного ответа, прионоподобное свойство белка, напоминающее образование прионных агрегатов, когда одна активированная молекула «заражает» соседние, индуцируя их переход в активную агрегационную форму {заметим: не исключено, однако, что механизм ассоциирован, в частности, со скрытой синонимичной или миссенс-мутацией на РНК- / белковом-уровне (в то время как ДНК уровень может быть не затронут мутацией) [43]};

2) процесс контролируется пост-трансляционными модификациями: убиквитинилированием,— когда по K63 идет агрегация / активация MAVS; а по K48,— деградация протеасомой; тогда сайт-зависимое фосфорилирование может как активировать, так и ингибировать MAVS [41, 42].

Такое свойство белка может играть доминант-негативную роль и, как и в случае С-концевых фрагментов белка PrP, замедлять прогрессирование заболевания / образование-патологических прионов PrP^{Sc}. При инфекции же доминируют гомотипические взаимодействия N-концевых CARD-доменов эндогенного MAVS, которые формируют интерфероновый ответ и трансдукцию эффективного противовирусного сигналинга. В отсутствии N-концевых усеченных изоформ (они синтезируются полицистронным механизмом, а не альтернативным сплайсингом) эндогенный повышенно экспрессируемый MAVS спонтанно образует агрегаты, которые могут быть ликвидированы в процессе Nix-зависимой митофагической деградации. И это будет

уже вариант селективной аутофагии (с участием мт-PINK1-киназы и Parkin-E3-убиквитин-лигазы), элемент механизма «контроля качества» и удаления поврежденных агрегированных-белков и АФК митохондрий (вместе с убиквитинилированными белками наружной мембраны митохондрий), в которых нарушены мембранный потенциал, протонный и электронный переносы и воспроизводство АТФ / ГТФ [41, 42].

Таким образом, можно понять / видеть, что влияние микродоз белковых эпитопов и факторов слабого взаимодействия, ассоциированных с потоками АФК, фотонов, а также выше названные потенциал, переносы и воспроизводство макроэргов, связаны с регуляцией функционирования мембран (внутренних / наружных) и, возможно, аутофагия // митофагия // протеасома // лизосома-зависимым повреждением митохондрий. В частности, – при специфическом иммунном ответе, сигнальные пути которого сложно переплетены с таковыми для врожденного и иных иммунных ответов. В этом смысле, заметим, что выше описанный гипотетический вПОТ-механизм, при котором белок (чужой или поврежденный / избыточный свой) фрагментируется на отдельные линейные / конформационные эпитопы (в ~5–10 аминокислот), – каждый из которых, взаимодействуя со специфическими компонентами гипотетической «ретранслосомы»: ферментами, (Аа)-тРНК / (др., и т.д.), – может подвергаться вариательной же ретрансляции. При этом формируются, в том-числе / в-основном, мини- / микросателлит-подобные нуклеиновые эквиваленты эпитопа (олиго-НЭ), которые, подобно малым РНК, РНК-праймам, (Аа)-тРНК-подобным структурам, РНК-компонентам редактирующих CRISPR-подобных комплексов (др. / и т.д.), могут участвовать во многих же регуляторных (экспрессия генов / генома) и РНК- / ДНК-модифицирующих процессах [41, 42]. И это означает, что клетка, в частности, и в отсутствии патогена, может обладать и механизмом, который имитирует естественно протекающие инфекционные процессы, и, тем самым, поддерживает готовность организма к иммунологическому ответу на пока еще не поступивший инфекционный или внутренний сигнал / патоген.

Контрольные иммунные точки (гипотетически возможный вПОТ-опосредованный их контроль) (п. 10)

В в.н. иммунном процессе решающую роль, в частности, могут играть молекулы ингибирования иммунных контрольных точек: 1) CTLA-4 {антиген-4 цитотоксических Т-лимфоцитов, мембранный поверхностный белок Т-хелперов / клеточный рецептор суперсемейства иммуноглобулинов; взаимодействуя с молекулами CD80 и CD86 на поверхности профессиональных / других АПК (ДК, др.), – он ослабляет-коактивацию / ингибирует Т-лимфоциты}; и 2) мембранный PD-1 белок / рецептор программируемой клеточной смерти: а) присутствует на поверхности активированных

Т-лимфоцитов (здесь PD-1 может ограничивать активность Т-лимфоцитов в периферических тканях), В-лимфоцитов и НК-клеток (естественных / натуральных киллеров). PD-1, взаимодействуя с его PD-L1/2-лигандами, «тормозит» иммунные клетки / реакции и предотвращает избыточные / аутоиммунные реакции. А («искусственные»)-моноклональные антитела к PD-1, PD-L1/2 и CTLA-4 («естественным клеточным молекулам») могут отменять в.н. взаимодействие (лиганд / рецептор), – т.е. могут подавлять / дезактивировать это регуляторное / естественно-запланированное ингибирование иммунного ответа по данным иммунным контрольным точкам (ИКТ) [25].

И, таким образом, они (в.н. моноклональные АТ) позволяют отменить действие (запланированную отмену работы) иммунной системы, – т.е. улучшают выживаемость пациентов при различных типах рака. Однако многие пациенты, несмотря на первоначальный ответ, не отвечают на такие антитела стойким ответом. По-видимому, к моноклональным, т.е. к искусственно произведенным антителам, вырабатываются, по крайней мере, либо натуральные антитела специфического иммунного ответа (1), – либо таковые воспроизводятся из реактивированных запасов / («тайников») идиотип // антиидиотипических сетей (по Ерне [51]) (2). И, тем самым, именно таким образом могут проявляться механизмы ускользания раковых клеток от иммунного надзора [25]. Отсутствие же такого ускользания, однако (и теоретически), может быть, по крайней мере, частично, спровоцировано / технологически достигнуто превращением в иммунологические мишени в.н. антител одного / обоих видов (продуктов: специфического иммунного ответа; и одной / двух волн идиотип // антиидиотипических сетей). Конечно же, допускается / предполагается, что в создании специфичности, и во всех перечисленных типах этих реакций, олиго-НЭ-ты, как естественные продукты гипотетического вПОТ-механизма, могут играть существенную роль. Однако, для полноценного использования олиго-НЭ-подобных последовательностей в качестве иммунологически (биохимически, молекулярно-генетически) значимых молекулярных инструментов, – необходимо показать и изучить особенности протекания самого гипотетического вПОТ-механизма (значимость которого, вероятно, может оказаться сравнимой с таковой с механизмами биосинтеза белка и биосинтеза нуклеиновых кислот).

Итого (кратко). Опухолевая и нормальная клетки.

Репарация в митохондриях. Ядерно-цитоплазматические взаимодействия. Энерго-биохимический сбой.

Нанотрубки. Возможная передача олиго-НЭ-в разными способами.

Перенос митохондрий (п. 11).

Репарация в митохондриях выражена слабо в отношении удаления пиримидиновых димеров и гомологичной репарации. Но идет с участием

эксцизионной репарации оснований (BER, bases excision repair). При этом различные типы гликозилаз (не менее одиннадцати) распознают и инициируют удаление повреждённых оснований (окисленных, алкилированных, др.), – и с участием различных типов эндонуклеаз (AP / APE1, распознает 5'-концевую фосфодиэфирную связь AP-сайта; 3'- и др.). При этом фермент должен гидролизовать N-гликозидную связь (между азотистым основанием и дезоксирибозой сахарофосфатного остова). В результате в ДНК образуются: апуриновый / апиримидиновый (AP)-сайты (без азотистых оснований); также могут образоваться такие азотистые основания, как: нестандартные / модифицированные / аномальные, нарушающие структуру ДНК, выскакивающие из спирали и попадающие в активный центр фермента. Кроме (AP)-сайтов, также образуются, иногда, одонитевые ДНК-разрывы с точечной заплаткой и удалением неспаренных оснований (гликозилазами с лиазной активностью). Работа гликозилаз (обычно, но не всегда) позволяет предотвратить мутации и поддерживать стабильность генома [44]. При эксцизионной репарации нуклеотидов (NER, nucleotides excision repair) гликозилазы вносят исправление в структуру спирали с пиримидиновым-димерами / другими-объёмными-образованиями в ДНК. Если дефектным является одиночное основание, то вырезается один нуклеотид, если повреждение большее, то из цепи удаляются и соседние нуклеотиды.

В случае работы гликозилаз I типа: AP-эндонуклеаза-(APE1) разрезает фосфодиэфирную связь у 5'-конца AP-сайта; ДНК-полимераза β застраивает брешь (обычно 1 нуклеотид); а ДНК-лигаза XRCC1/Lig3 сшивает цепь. Для гликозилаз II типа (с лиазной активностью): APE1 вносит дополнительный разрыв у 5'-конца; ДНК-полимераза β удаляет 5'-дезоксирибоза-5'-фосфат и встраивает новый нуклеотид; а лигазная активность гликозилазы завершает репарацию. В случае длиннозаплаточной репарации удаляется не одно основание / нуклеотид (long-patch BER / long-patch NER), а короткий фрагмент (обычно это: 2–10 оснований / 10–12 нуклеотидов, соответственно, для BER репарации эндогенных повреждений, – и NER репарации, связанной с действием экзогенных мутагенов). Застройку бреши выполняют полимеразы δ / ϵ , а лишние нуклеотиды удаляет эндонуклеаза FEN1 [44].

Из-за отсутствия гистонов и слабых механизмов репарации, мтДНК, и прежде всего гены важных белков выработки энергии, активно подвергаются мутациям [45, 46]. С другой стороны, – теоретически, и в контексте возможных воспроизводства олиго-НЭс / эксплуатации вПОТ-механизма, – такая изменчивость / чувствительность мтДНК может отображать, в том числе, необходимость поддержания механизма тонкой настройки / взаимной-подстройки процесса экспрессии ядерных (включая митохондриального протеома) и митохондриальных генов. Последние используют периодически нестандартные:

а) нуклеотиды, – в составе: митохондриальных тРНК (которых существенно-меньше, чем цитоплазматических: двадцать / почти-строго-подобной на каждую аминокислоту, – а не 37, как в цитоплазме); митохондриальной ДНК [18]; а также (потенциально / возможно), в составе олиго-НЭ;

б) аминокислоты, – в составе некоторых белков [26].

Олиго-НЭ, вероятно, могут:

а) как и другие низкомолекулярные молекулы, переноситься обоими типами ТНТ-(TNT)-трубок, – хотя их скорость / (поток) могут увеличиваться с ростом диаметра трубок;

б) участвовать в процессе не только передачи, но и активации белков / ферментов в до сих пор остающимся неизвестным процессе активации / формирования нанотрубок (ссылки ниже).

В целом, вероятно (в том числе, – в качестве стресс-молекул), может существовать по крайней мере несколько способов передачи олиго-НЭ между клетками (прежде всего таргетно-связанными). Среди них: с участием различных нанотрубок (тонких, толстых); в составе нуклеотидных векторов; с мтДНК / митохондриями (плюс белками / другими внутриклеточными высоко- и низкомолекулярными компонентами); с помощью: экзосом / внеклеточных везикул; в виде свободных внеклеточных компонент; щелевыми соединениями при физическом контакте, и др. (см. ниже).

Процессы подобных межклеточных взаимодействий касаются метаболизма разных патологических состояний (онкологических; нейродегенеративных заболеваний: Паркинсона, Альцгеймера, Хантингтона; др.). Аналогично, он касается и многих случаев восстановления нормальных процессов / тканей {обеспечивает: координацию функций клеток, тканей и органов, регуляцию гомеостаза, развитие, регенерацию и другие жизненно важные процессы при восстановлении тканей и органов; поддерживает: межклеточный гомеостаз (например, в миокарде); регенерацию тканей; участвует: в поддержании метаболизма, тканевого гомеостаза, ремоделировании тканей, обеспечении межклеточной коммуникации, регуляции костного гомеостаза, и др.} (см. ниже).

Заметим, что вопрос естественной и искусственной межклеточной передачи органелл, – митохондрий (как и больших и малых экзосома-подобных везикул; более мелких частиц / компонент), – обсуждается и экспериментально изучается не одно десятилетие. Он касается случаев способностей (реальных / потенциальных) сотен / (иногда тысяч) митохондрий, присутствующих в каждой клетке человеческого организма (кроме эритроцитов), к участию в перепрограммировании и поддержанию как онкологических / других-патологических (что можно изучать), – так и часто остающихся незамеченными некоторых состояний нормы, восстановления и реабилитации поврежденных организма / клеток. В последнем случае межклеточный перенос митохондрий

естественным образом происходит у людей как нормальный механизм восстановления поврежденных клеток [24–27]. Это сопровождается формированием процесса создания современных форм трансплантации митохондрий (аутологичной, изогенной, аллогенной, ксеногенной) и доставки (внутри артерий / сосудов), – с выраженным терапевтическим потенциалом [26, 27].

Российские ученые также внесли весомый вклад в развитие митохондриологии / трансляционной медицины, изучение процессов межклеточного переноса митохондрий и связанных с этим процессов перепрограммирования и дифференцировки клеток [47] (команда института им. А. Н. Белозерского, МГУ, Москва; под руководством чл.-корр. РАН, проф. Зорова Д. Б.). Также это относится [48]: к стволовым клеткам и процессу их дифференцировки в результате, в частности, взаимодействия мезенхимальных стволовых клеток с кардиомиоцитами крыс; к изучению одно- / двусторонних межклеточных контактов и транзитному обмену цитозольными элементами (с участием контактных нанотрубок разного диаметра / формы); к процессам: восстановления утраченной митохондриальной функции в клетках-реципиентах; взаимодействия с системой убиквитинилирования; изучению процесса дифференцировки стволовых клеток [48, 47].

Исследовались совместно культивируемые мезенхимальные мультипотентные стромальные клетки (ММСК) человека и клетки почечных канальцев (КПК) крысы. Пришли к выводу: перенос клеточных компартментов стволовых клеток человека (ММСК) в почечные (КПК) клетки крысы (т.е. при трансплантации первых в почку), может обеспечить их дифференцировку и привести к терапевтическим преимуществам (по крайней мере временным) при почечной недостаточности [49] (заметим, что мезенхима представляет собой мозаику клеток, возникших из разных зародышевых листков и эмбриональных зачатков тканей). При этом наблюдали образование различных типов межклеточных контактов (подтвержденных флуоресцентными зондами), – включая т.н. туннельные нанотрубки, способные, уже спустя 3 часа совместного культивирования, обеспечить двусторонний (хотя и не равноценный) перенос, включая органеллы, внутриклеточного содержимого, – и привести к терапевтическим преимуществам при почечной недостаточности [49].

Исследования этих процессов могут стать мощным стимулом для разработки стратегий лечения патологий, связанных с митохондриями, и открыть новое направление терапевтических подходов, основанных на «трансплантации митохондрий». Кроме того, эти исследования имеют значение для понимания процессов межклеточного взаимодействия, репарации тканей и разработки клеточных технологий, например, с использованием мезенхимальных стромальных стволовых клеток или их продуктов для лечения, в частности, неврологических и нефрологических патологий [49, 48, 47].

Множество данных / (ссылок) подтверждают вероятную, хотя и не всегда понятную роль (причем, порой, сильно различающуюся у самцов и самок [50]) как отдельных компонент (мтДНК, фрагментов мтДНК, и т.д.), – так и целых митохондрий (которые, и при отсутствии центров донорства, не хранятся, а трансплантируются сразу после выделения, – и уже не в качестве простых «энергетических станций»). Хотя, конечно, устойчивый энергобиохимический митохондриальный сбой (в кислородном обмене, окислительном фосфорилировании, и т.д.) может в той или иной мере нарушать / подавлять любые известные и потенциально вероятные симбиотические (обоюдовыгодные) биохимические и молекулярно-генетические митохондриально-ядерные взаимодействия (в частности, межклеточный контакт, регуляцию микроэлементного состава полезных / токсичных компонент крови, лимфы, др.) [27].

Учем, что метаболическое перепрограммирование (изменения: в углеводном обмене: соотношении гликолиза и окислительного фосфорилирования; в жировом обмене; и т.д.) в клетках опухолевого микроокружения (TME cells) имеет решающее значение для противоопухолевого иммунного ответа, – в условиях, когда гипоксическая / глюкоза-затратная среда в опухоли связана с преобладанием гликолиза над окислительным фосфорилированием (OXPHOS). И этот сдвиг: влияет на эффекторные функции Т-клеток, их истощение, старение и формирование памяти; способствует выживанию раковых клеток. Митохондрии играют важную роль в метаболическом перепрограммировании как эпителиальных, так и иммунных клеток (включая Т-клетки) [25]. Причем CD3⁺-маркер позволяет идентифицировать и подсчитать общее количество зрелых покоящихся Т-клеток в инфильтрируемой ими ткани. Дисфункция митохондрий в Т-клетках (TILs) приводит сначала к метаболической недостаточности, – и, далее, к истощению пула (вместо его наращивания) функционально необходимых терминально дифференцированных Т-клеток.

При этом в условиях, – когда большая часть исследователей сосредотачивалась на мышинных, но не TIL-связанных моделях человека. Подчеркивается, что механизмы, лежащие в основе дисфункции митохондрий в TIL (часто с редуцированными кристами), остаются неясными [25]. {Заметим, что таковыми, в частности, могут быть не только разбираемое в этой статье явление переноса митохондрий, но и, вероятно / периодически, ассоциированный с ним вПОТ-механизм, – с его контролирующими экспрессию генов / генома продуктами в виде наборов олиго-НЭ-в [3–10]. Однако через эти механизмы и их результат / продукты, и каждый раз в индивидуальном сочетании, вероятно / потенциально, могут формироваться контроль и экспрессия генов / генома не только в TILs и опухолевых клетках-мишенях, но и в некоторых / многих других ядродержащих клетках опухолевого микроокружения и самого организма}.

Перечисленные выше объемные и малые структуры (нанотрубок) не перестают быть взаимозависимыми. И это касается всех, – нормальных, опухолевых (в частности, меланомных, а также некоторых солидных и гематологических опухолевых клеток), – и клеток опухолевого микроокружения (ТМЕ). Все они способны: менять уровень пролиферации, степень чувствительности к химиотерапии (т.к. митохондрии могут работать в режиме угнетения пролиферации и усиления аутофагии / апоптоза), вступать в антагонистические / симбиотические отношения. Одновременно это касается и клеток крови, и межклеточной жидкости (все данные можно найти в работе авторов [27]).

И все это, очевидно, соответствует пониманию того, что митохондрии могут оказаться (являются) тонко настраиваемым ядерно-митохондриальным пультом настройки не только и не просто энергобиохимических митохондриальных, но и, в частности и через них, процессов регуляции / управления экспрессией и модификацией (по крайней мере точечной, – включая CRISPR-/cas-подобную) генов обеих органелл (ядра / митохондрий). В том числе, – при различных нормальных и патологических процессах (в частности, онкологических / CD20-меланомных, связанных с воспроизводством стволовых опухолевых клеток, – источником и родоначальницами множества клонов различных видов опухолей).

(работы автора можно посмотреть на сайтах:

1. <https://www.researchgate.net/profile/Alexander-Deichman/research>;
2. <https://istina.msu.ru/workers/436330579/publications/>;
3. <http://www.amdeich-var-reverse-translation.ru/cgi-bin/bandm/index.pl?text=page&i=6>).

Литература

1. Михайлова И. Н., Трещалина Е. М., Каршиева С. Ш. Хоченков Д. А., Андропова Н. В., Шубина И. Ж., Киселевский М. В. Подкожный ксенографт меланомы человека *MelCher5k / BRAF⁺* с экспрессией CD20 // М.: Молекулярная онкология. – 2025. – Том.12. – № 2. – С. 68–76 (DOI: <https://doi.org/10.17650/2313-805X-2025-12-2-68-76>).

2. Оборотова М. В. Экспрессия маркеров, ассоциированных со стволовой клеткой опухоли на клеточных линиях метастатической меланомы человека // Дисс. на соискан. учен. степ. к.м.н (по спец. 14.01.12. Онкология). – Москва. – 2018. – С. 120.

3. Дейчман А. М. Один из вариантов точечных мутаций возможно запускается позитивной обратной трансляцией. Гипотетическая концепция // М.: Рукопись деп. в ВИНТИ. – 1993. – № 1502-В93. – 56с.

4. Дейчман А. М., Цой В. Ч., Барышников А. Ю. Редактирование РНК. *Гипотетические механизмы (монография)* // Москва. – Практическая медицина (ISBN: 5–98811–017–7). – 2005. – 265 с. (Deichman A. M., Choi V.Ch, Baryshnikov A. Yu. *RNA-editing. Hypothetical mechanisms (monograph)* // Moscow. – Practical Medicine (in English.). – 2005. – 302 p. (ISBN: 5–98811–017–7).
5. Дейчман А. М. Возвращаясь к вопросу о РНК / Белковой симметрии // *Электронный многопрофильный журнал «Исследовано в России»*. – 2007. – С. 1629–1679 (Deichman A. M. *Revisited to RNA / Protein symmetry* // *Electronic “Investigated in Russia” J.* – 2007. – P. 1680–1624).
6. Дейчман А. М., Барышникова М. А., Косоруков В. С. Необходимость выявления CRISPR-подобных и других формируемых клеткой природных олигонуклеотидных структур для исследований и создания более совершенных моделей управления молекулярно-генетическими, биохимическими (др.) процессами, в частности, при врожденных и приобретенных генетических патологиях // *Статья в Сборнике научных статей по итогам работы Межвузовского научного конгресса «ВЫСШАЯ ШКОЛА: НАУЧНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ, Москва 2020»*. – 2020. – С. 87–92.
7. Дейчман А. М. Природные гипотетические олигонуклеотидные модификаторы, регуляторы активности и теоретические минимальные РНК-кольца, упорядочивающие процессы экспрессии и модификации генов / генома // *Российский Биотерапевтический Журнал*. – 2022. – Т. 21. – № 1. – С. 21–32 (DOI: 10.17650/1726-9784-2022-21-1-21-32). {Deichman A. M. *Natural hypothetic oligonucleotide modifiers, activity regulators and theoretical minimal RNA rings ordering processes of expression and modification of genes/genome* // *Russian Journal of Biotherapy*. – 2022. – V.21. – № 1. – С. 21–32 (In Russ.). DOI: 10.17650/1726-9784-2022-21-1-21-32}.
8. Дейчман А. М. Вероятная роль гипотетических природных олигонуклеотидов, контролирующих формирование (поддержание / модификацию) основных биомакромолекул и регуляцию (активацию / подавление) экспрессии генов / генома // *Изд-во Инфинити (Высшая школа: научные исследования. Межвузовский международный конгресс)*. Москва. – 2022. – С. 105–111 (ISBN 978-5-905695-53-7).

9. Дейчман А.М., Михайлова И. Н. Возможное взаимодействие РНК-(мРНК / рРНК / мРНК) // Белковых компонент аппарата трансляции, стебель-петлевых структур (шпиклек) и нуклеиновых эквивалентов отдельного белкового эпитопа (олиго-НЭ, вероятных продуктов гипотетического механизма вариабельной Поэпитопной Обратной Трансляции) // Издательство Инфинити. Высшая школа: научные исследования. Материалы Межвузовского международного конгресса. Москва (Уфа). – 2023. – С. 35–79. {Deichman A.M., Mikhailova I. N. Possible interaction of RNA – (tRNA / rRNA / mRNA) // Protein components of the translation apparatus, stem-loop structures (hairpins) and nucleic equivalents (oligo-NEs, probable products of the hypothetical mechanisms of variable Individual Epitope Reverse Translation) of separate protein epitope (In Russ.) // Infiniti Publishing. – Moscow. – 2023. – High school: scientific research, Intercollegiate International Congress. – P. 35–79.}

10. Дейчман А. М. Возможное регуляторное взаимодействие RSS-элементов V(D)J-сегментов с олиго-НЭ, продуктом гипотетического вПОТ-механизма. (Possible regulatory interaction of RSS elements of V(D)J segments with oligo-NE, a product of a hypothetical vIERT-mechanisms (in Russ.)). Сборник статей по итогам работы. Межвузовский международный конгресс. Высшая школа: Научные Исследования. – 2025. – С. 17–132.

11. Nikitin M. P. Non-complementary strand commutation as a fundamental alternative for information processing by DNA and gene regulation // Nature Chemistry. – 2023. – V.15. – P. 70–82.

12. Владимиров Ю. А.. Физико-химические основы патологии клетки. Биоэнергетические функции митохондрий (Лекция 2) // М.: МГУ / РГМУ. – 1998. – С. 1–7.

13. Дейчман А. М. Вероятное формирование аминокислотного соответствия (эпитопа) в хлоропластах фотосинтезирующих организмов под действием различных лучевых, полевых и физико-химических факторов биосферы // М.: 2-й съезд биофизиков России. –1999. – Т. 3. – С. 778–779).

14. Дейчман А. М. Гипотетические механизмы формирования гипервариабельных и консервативных олигонуклеотидных участков генома. Возможные перспективы // РБЖ (Российский Биотерапевтический Журнал). – 2007. – № 3. – С. 51–60.

15. Дейчман А. М. Генетический код: от потоков элементарных частиц (фотонов, других) – до формирования геномов и генетического кода. В контексте гипотетического механизма биосинтеза олигонуклеотидов вне генома (монография) // Изд-во «Мир науки». – Москва. – 2017. – С. 1–417.

16. Michel C. J., Seligmann H. *Bijective transformation circular codes and nucleotide exchanging RNA transcription* // *Biosystems*. – 2014. – V.118. – P. 39–50 (DOI: 10.1016/j.biosystems.2014.02.002; PMID: 24565870).
17. Филиппович И. И., Ноздрина В. Н., Светелукин В. В., Опарин А. П. Изучение локализации транскрипционной и трансляционной систем в тонких структурах хлоропластов при гранообразовании // *Л.: Наука. – Молекулярная генетика митохондрий (под ред. Нейфаха С. А., Трошина А. С.)*. – 1977. – С. 11–20.
18. Зенгер В. *Принципы структурной организации нуклеиновых кислот* // *М.: Мир (перев. с англ.; ред. Вайнштейн Б. К.)* – 1987. – С. 584.
19. Дейчман А. М. Возможное управление праймер-опосредованной репликацией в митохондриях и хромосомальной ДНК. Поддержание не хаотической регуляции экспрессии генома митохондрий // *Энвайронментальная эпидемиология (электронный журнал)*. – Изд-во «Таврический национальный университет им. В. И. Вернадского (Симферополь)». – 2011. – № 6. – С. 996–1069 (ISSN: 2519–8289).
20. Miranda A., Hamilton P. T., Zhang A. W., Pattnaik S., Becht E., Mezheyeuski A., Bruun J., Micke P., Reynies A., Nelson B. H. *Cancer stemness, intratumoral heterogeneity, and immune response across cancers* // *Proc. Natl. Acad. Sci. USA*. – 2019. – V.116. – № 18. – P. 9020–9029 (doi: 10.1073/pnas.1818210116). PMID: 30996127.
21. Чулкова С. В., Чернышева О. А., Маркина И. Г., Купрышина Н. А., Тулицын Н. Н. *Стволовые опухолевые клетки меланомы. Поражение костного мозга. Обзор и представление собственных данных* // *Вестник Российского научного центра рентгенорадиологии (Изд-во: Российский научный центр рентгенорадиологии)*. – Москва. – 2019. – С. 184–197.
22. Ярилин А. А. *Основы иммунологии (монография)* // *М.: Медицина*. – 1999. – 608с.
23. Seligmann H. *Putative mitochondrial polypeptides coded by expanded quadruplet codons, decoded by antisense tRNAs with unusual anticodons* // *BioSystems*. – 2012. – V.110. – P. 84–106.
24. Seligmann H. *Pocketknife tRNA hypothesis: Anticodons in mammal mitochondrial tRNA side-arm loops translate proteins?* // *BioSystems*. – V.113. – 2013. – P. 165–176.
25. Ikeda H., Kawase K., Nishi T., Watanabe T., Takenaga K., Inozume T. (et al.) *Immune evasion through mitochondrial transfer in the tumour microenvironment* // *Nature*. – 2025. – T. 638. – № 8049. – P. 225–236. (doi: 10.1038/s41586-024-08439-0).

26. Matejka N., Reindl J. *Perspectives of cellular communication through tunneling nanotubes in cancer cells and the connection to radiation effects* // *Radiat. Oncol.* – 2019. – V.4. – N1. – P. 218 (doi: 10.1186/s13014-019-1416-8).
27. Кут О. И., Франциянц Е. М., Шихлярова А. И., Нескубина И. В. Митохондриальная трансплантация – новые вызовы раку // Южно-Российский онкологический журнал (*South Russian Journal of Cancer*). – 2024. – Том 5. – № 1. – С. 60–70 (<https://doi.org/10.37748/2686-9039-2024-5-1-7>). EDN: YMKXII {Kit O.I., Frantsiyants E. M., Shikhlyarova A. I., Neskubina I. V. Mitochondrial transplantation: new challenges for cancer // *South Russian Journal of Cancer*. – 2024. – V.5. – № 1. – P. 60–70 (<https://doi.org/10.37748/2686-9039-2024-5-1-7>. EDN: YMKXII)}.
28. Baker M. How the internet of cells has biologists buzzing // *Nature*. – 2017. – V.549. – N7672. – P. 322–4.
29. Winkler F., Wick W. Harmful networks in the brain and beyond // *Science*. 2018. – V.359. – N6380. – P. 1100–1.
30. Beaumont K. A., Anfosso A., Ahmed F., Weninger W., Haass N. K. Imaging and Flow Cytometry-based Analysis of Cell Position and the Cell Cycle in 3D Melanoma Spheroids // *J. Vis. Exp.* – 2015. – In: (106): e53486 (doi: 10.3791/53486).
31. Qi M., Pang J., Mitsiades I., Lane A. A., Rheinbay E. Loss of chromosome Y in primary tumors // *Cell*. – 2023. – Volume 186. – N14. – P. 3125–3136.e11 (<https://doi.org/10.1016/j.cell.2023.06.006>).
32. Дейчман А. М. Повторы, нестабильность генома и онкогенез. Возможный биосинтез олигонуклеотидов вне генома // М.: «Мир науки». – 2015. – 169 стр. – (ISBN 978-5-9906296-7-7).
33. Úrias U., Marie S. K.N., Uno M., R. da Silva, Evagelinellis M. M., Caballero O. L., Stevenson B. J., Silva W. A., Simpson A. J., Oba-Shinjo S. M. CD99 is upregulated in placenta and astrocytomas with a differential subcellular distribution according to the malignancy stage // *J. Neuro-Oncol.*, – 2014. – N119. – P. 59–70.
34. Seol H. J., Chang J. H., Yamamoto J., Romagnuolo R., Suh Y., Weeks A., Agnihotri S., Smith C. A., Rutka J. T. Overexpression of CD99 Increases the Migration and Invasiveness of Human Malignant Glioma // *Cells. Genes Cancer*. – 2012. – P. 535–549.
35. Долинная Н. Г., Оглоблина А. М., Якубовская М. Г. Структура, свойства и биологическое значение G-квадруплексов ДНК и РНК. Взгляд через 50 лет после их открытия // *Успехи биологической химии*. – 2016. – № 56. – P.53–154.

36. Дейчман А. М. Внегеномный синтез коротких олигонуклеотидных последовательностей. Гипотеза // XXIX Любичевские чтения. Современные проблемы эволюции и экологии (тексты докладов). – Изд.: «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова». – 2015. – С. 67–75 – (ISBN 978-5-86045-778-2).
37. Ч.Дарвин. «Пангенезис» // Издательство «Красанд» (серия «Классики науки»). – 2020 год. – С. 1–230 (ISBN: 978–5–396–00956–1).
38. Новик А. В. Меланома кожи: новые подходы // Практическая онкология. – 2011. – Т. 12. – № 1. – С. 36–42.
39. Fang T-S.Z., Sun Y., Pearce A. C., Eleuteri S., Kemp M., Luckhurst C. A., Williams R., Mills R., Almond S., Burzynski L., Nóra M., Lelliott C. J., Karp N. A. (at all.). Knockout or inhibition of USP30 protects dopaminergic neurons in a Parkinson's disease mouse model // *Nature Communications*. – 2023. – V.14. – № 1. – P. 7295 (doi: 10.1038/s41467-023-42876-1).
40. Tao J., Yao Y., Huang M., Wu J., Lyu J., Li Q., Li L., Huang Y., Zhou Z (et. all). A nano-platform combats the “attack” and “defense” of cytoskeleton to block cascading tumor metastasis // *Journal Controlled Release*. – 2024. – V.367. – P.572–586 (<https://doi.org/10.1016/j.jconrel.2024.01.069>).
41. Дейчман А. М. Возможные мембран-связанные тонкие эффекты микродоз биомакромолекул, их фрагментов и слабых взаимодействий на некоторые специфические иммунологические, биохимические и патологические процессы // Тез. на XIII междунар. крымск. конференц. “Космос и биосфера” (Крым, 23–27 сентября). – 2019. – С. 53–56. (https://www.researchgate.net/profile/Alexander_Deichman/publications)
42. Qi N., Shi Y., Zhang R. (et all.). Multiple truncated isoforms of MAVS prevent its spontaneous aggregation in antiviral innate immune signaling // *Nat. Commun.* – 2017. – Vol.13, – N8. – P. 15676.
43. Дейчман А. М. Некоторые экологические и генетические аспекты освоения обширных географических пространств // Сборник «Трешниковские чтения» (ISBN 978-5-86045-989-2). – 2019. – Ульяновское областное отделение Русского географического общества, ФГБОУ ВО «Ульяновский государственный педагогический университет имени И. Н. Ульянова». – С. 133–135.
44. Кребс Дж., Голдштейн Э., Килпатрик С. (и др.). Гены по Льюису // М.: Лаборатория знаний. – 2017. – С.919. – (ISBN 978-5-906828-24-8). (https://ru.ruwiki.ru/wiki/Экцизионная_репарация_оснований)
45. Alexeyev M., Shokolenko I., Wilson G., LeDoux S. The maintenance of mitochondrial DNA integrity, critical analysis and update // *Cold Spring Harb. Perspect. Biol.* – 2013 (doi: <https://doi.org/10.1101/cshperspect.a012641>).

46. Sabharwal S. S., Schumacker P. T. Mitochondrial ROS in cancer: initiators, amplifiers or an Achilles' heel? // *Nat. Rev. Cancer.* – 2014. – V.14. – № 11. P. 709–721 (doi: <https://doi.org/10.1038/nrc3803>).
47. Plotnikov E. Y., Babenko V. A., Silachev D. N., Zorova L. D., Khryapenkova T. G., Savchenko E. S., Pevzner I. B., Zorov D. B. Intercellular Transfer of Mitochondria (Review) // *Biochemistry (Mosc.)*. – 2015. – V.80. – № 5. – P. 542–548 (doi: [10.1134/S0006297915050041](https://doi.org/10.1134/S0006297915050041)). PMID: 26071771.
48. Plotnikov EY, Khryapenkova TG, Vasileva AK, Marey M. V., Galkina S. I., Isaev NK, Sheval E. V., Polyakov V. Y., Sukhikh G. T., Zorov D. B. Cell-to-cell cross-talk between mesenchymal stem cells and cardiomyocytes in co-culture // *J. Cell. Mol. Med.* – 2008. – V.12. – № 5A. – P. 1622–1631 (doi: [10.1111/j.1582-4934.2007.00205.x](https://doi.org/10.1111/j.1582-4934.2007.00205.x)). PMID: 18088382.
49. Plotnikov E. Y., Khryapenkova T. G., Galkina S. I., Sukhikh G. T., Zorov D. B. Cytoplasm and organelle transfer between mesenchymal multipotent stromal cells and renal tubular cells in co-culture // *Exp. Cell. Res.* – 2010. – V.316. – № 15. – P. 2447–2455 (doi: [10.1016/j.yexcr.2010.06.009](https://doi.org/10.1016/j.yexcr.2010.06.009)). PMID: 20599955.
50. Yu Z., Hou Y., Zhou W., Zhao Z., Liu Z., Fu A. The effect of mitochondrial transplantation therapy from different gender on inhibiting cell proliferation of malignant melanoma // *Int. J. Biol. Sci.* – 2021. – V.17. – № 8. – P.2021–2033 (<https://doi.org/10.7150/ijbs.59581>).
51. Civello A. On the Genesis of the Idiotypic Network Theory // *Journal History Biology.* – 2012. – V.46 – № 1 (DOI: [10.1007/s10739-012-9346-4](https://doi.org/10.1007/s10739-012-9346-4)).

DOI 10.34660/INF.2026.54.10.119

МАЛЫЕ ЯЗЫКОВЫЕ МОДЕЛИ КАК ИНСТРУМЕНТ СОЗДАНИЯ РЕСУРСНО-ЭФФЕКТИВНЫХ ПРИКЛАДНЫХ СИСТЕМ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА

Мокрушина Анастасия Сергеевна

студент

*Уральский федеральный университет имени первого Президента
России Б. Н. Ельцина, г. Екатеринбург, Россия*

АННОТАЦИЯ. В статье рассматриваются малые языковые модели как инструмент разработки ресурсно-эффективных прикладных систем искусственного интеллекта. На основе сравнительного анализа публикаций и технических отчетов показано, что малые языковые модели целесообразны в ограниченных предметных областях, где важны низкая стоимость вывода, локальное развертывание, контроль данных и предсказуемость сценариев использования.

Ключевые слова: искусственный интеллект, языковые модели, малые языковые модели, большие языковые модели, локальное развертывание, квантизация, дистилляция знаний, LoRA, QLoRA.

ABSTRACT. The article examines small language models as a tool for developing resource-efficient applied artificial intelligence systems. Based on a comparative analysis of publications and technical reports, it shows that small language models are most appropriate for constrained domains where low inference cost, local deployment, data control and predictable usage scenarios are important.

Keywords: artificial intelligence, language models, small language models, large language models, local deployment, quantization, knowledge distillation, LoRA, QLoRA.

Введение

Большие языковые модели (от англ. large language models, далее – БЯМ) стали одним из основных инструментов обработки естественного языка. Их развитие связано с масштабированием архитектур и обучением на больших корпусах данных; например, GPT-3 содержит 175 млрд параметров [2]. Такие

модели хорошо подходят для открытого диалога, генерации текстов, анализа документов и решения широкого круга задач.

При практическом внедрении важна не только точность модели, но и стоимость владения: цена вывода, задержка ответа, требования к памяти, сложность сопровождения и риски передачи конфиденциальных данных во внешние сервисы. Для образовательных организаций, небольших предприятий, локальных корпоративных сервисов и мобильных приложений эти требования часто становятся ограничением.

На этом фоне растет интерес к малым языковым моделям (от англ. small language models, далее – МЯМ). Цель статьи – определить, в каких условиях МЯМ являются рациональным инструментом создания ресурсно-эффективных прикладных систем искусственного интеллекта. Работа носит сравнительно-аналитический характер и опирается на публикации о дистилляции, квантизации, LoRA, QLoRA и современных компактных моделях.

Особенности малых языковых моделей

Граница между большими и малыми языковыми моделями не является строго фиксированной. В данной статье МЯМ понимаются как модели, которые целесообразно применять для узкого набора сценариев при ограничениях по памяти, стоимости вывода, задержке ответа и конфиденциальности данных. В отличие от универсальных БЯМ, такие модели чаще рассматриваются как инженерный компонент конкретной системы, а не как самостоятельный универсальный помощник.

Для корпоративного помощника по внутренним регламентам, системы первичной классификации обращений или локального ассистента по учебному курсу важна не способность отвечать на любые вопросы, а устойчивость в заданной области. Если запросы типовые, источники заранее известны, а качество можно проверять на контрольном наборе вопросов, компактная модель может быть практичнее крупной.

Современные компактные модели показывают, что МЯМ уже нельзя считать только учебными решениями. Phi-3-mini содержит 3,8 млрд параметров и ориентирована на локальные и мобильные сценарии [1]. В семействе Gemma 2 представлены модели от 2 до 27 млрд параметров, причем для меньших версий разработчики отдельно описывают использование дистилляции знаний [4].

Методы повышения эффективности

Ресурсная эффективность МЯМ достигается не только уменьшением числа параметров. Дистилляция знаний (от англ. knowledge distillation) использует крупную модель как источник обучающего сигнала для меньшей модели. Пример DistilBERT показывает практическую ценность подхода: компактная версия BERT на 40% меньше, на 60% быстрее и сохраняет около 97% качества языкового понимания исходной модели [6].

Квантизация (от англ. quantization) снижает числовую точность хранения весов модели, уменьшая потребление памяти и ускоряя вывод на подходящем оборудовании. Однако квантизацию нельзя применять без проверки качества: чрезмерное снижение точности может ухудшить ответы в задачах, где важны числа, точное следование инструкции или устойчивое рассуждение.

Низкоранговая адаптация (от англ. Low-Rank Adaptation, далее – LoRA) добавляет к слоям модели небольшие обучаемые матрицы вместо полного переобучения всех параметров. Для GPT-3 175B авторы LoRA показали снижение числа обучаемых параметров до 10 000 раз и примерно трехкратное снижение потребности в памяти графического процессора [5]. Метод QLoRA объединяет LoRA с квантизацией и позволяет дообучать модель с 65 млрд параметров на одном графическом процессоре с 48 ГБ памяти [3].

Сравнение больших и малых языковых моделей

Сравнение БЯМ и МЯМ должно проводиться по инженерным критериям. Для открытого диалога, сложных рассуждений и длинного контекста БЯМ обычно надежнее. Для ограниченных сценариев МЯМ могут быть рациональнее, потому что снижают стоимость эксплуатации и позволяют запускать обработку ближе к данным пользователя. Основные различия представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение больших и малых языковых моделей в прикладных системах

Критерий	Большие языковые модели	Малые языковые модели
Размер и запуск	Десятки и сотни млрд параметров; высокая нагрузка на инфраструктуру	Единицы млрд параметров; возможен локальный запуск
Адаптация	Полное дообучение обычно дорого	LoRA/QLoRA позволяют дешевле создавать доменные адаптеры [3], [5]
Риски	Надежнее в открытых и сложных задачах	Нужны тесты, ограничения сценариев и fallback к БЯМ

Из таблицы 1 видно, что преимущество МЯМ проявляется в контролируемых сценариях, где можно заранее определить типы запросов, подготовить тестовый набор и ограничить модель утвержденной базой знаний. Если система должна решать широкий круг неизвестных задач, анализировать длинные контексты и выполнять многошаговые рассуждения, БЯМ чаще остаются более надежным вариантом.

Сценарии применения и риски

Наиболее естественные сценарии применения МЯМ – корпоративные справочные системы, техническая поддержка, образовательные сервисы и анализ

документов. Во всех этих случаях модель работает с ограниченным контекстом: регламентами, инструкциями, базами знаний, учебными материалами или типовыми обращениями пользователей. Здесь важны не универсальные знания, а стабильность формата ответа, скорость и возможность проверки результата.

В корпоративной справочной системе МЯМ может отвечать на вопросы сотрудников по внутренним документам в связке с поиском по базе знаний. В технической поддержке модель может классифицировать обращение, выделять тему, определять срочность и готовить краткое резюме для оператора. В образовании компактная модель может объяснять материалы курса и генерировать тренировочные вопросы, если ее ответы ограничены утвержденными учебными материалами.

Главный риск МЯМ – меньшая универсальность. Компактная модель хуже переносит знания между доменами, чаще ошибается в редких случаях и менее устойчива в многошаговых рассуждениях. Поэтому для прикладных систем необходимы тестовые наборы, журналирование ошибок, ограничение области автономного применения и механизм передачи сложных случаев человеку. Практичным решением является гибридная архитектура: МЯМ обрабатывает типовые запросы, а БЯМ подключается только при низкой уверенности или сложном контексте.

Заключение

Малые языковые модели являются важным инструментом создания ресурсно-эффективных прикладных систем искусственного интеллекта. Их ценность определяется не только меньшим размером, но и возможностью локального развертывания, снижения стоимости вывода, ускорения ответа и адаптации под конкретную предметную область.

Проведенный анализ показывает, что МЯМ не следует рассматривать как полную замену БЯМ. Крупные модели сохраняют преимущество в открытых задачах, сложных рассуждениях и нестандартных запросах. Малые модели наиболее эффективны там, где область применения заранее ограничена, источники данных контролируются, а качество можно проверить на типовых сценариях. Наиболее перспективным направлением является гибридное использование моделей разного размера.

Список литературы:

1. *Abdin M., Aneja J., Awadalla H. [et al.]. Phi-3 Technical Report: A Highly Capable Language Model Locally on Your Phone. – 2024. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/abs/2404.14219> (дата обращения: 01.07.2026).*

-
2. Brown T. B., Mann B., Ryder N. [et al.]. *Language Models are Few-Shot Learners* // *Advances in Neural Information Processing Systems*. – 2020. – Vol. 33. – P. 1877–1901.
 3. Dettmers T., Pagnoni A., Holtzman A., Zettlemoyer L. *QLoRA: Efficient Finetuning of Quantized LLMs* // *Advances in Neural Information Processing Systems*. – 2023. – Vol. 36. – P. 10088–10115.
 4. Gemma Team, Riviere M., Pathak S. [et al.]. *Gemma 2: Improving Open Language Models at a Practical Size*. – 2024. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/abs/2408.00118> (дата обращения: 01.07.2026).
 5. Hu E. J., Shen Y., Wallis P. [et al.]. *LoRA: Low-Rank Adaptation of Large Language Models* // *International Conference on Learning Representations*. – 2022. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://openreview.net/forum?id=nZeVKeeFYf9> (дата обращения: 01.07.2026).
 6. Sanh V., Debut L., Chaumond J., Wolf T. *DistilBERT, a distilled version of BERT: smaller, faster, cheaper and lighter*. – 2019. – DOI: <https://doi.org/10.48550/arXiv.1910.01108>.
 7. Wang F., Zhang Z., Zhang X. [et al.]. *A Comprehensive Survey of Small Language Models in the Era of Large Language Models: Techniques, Enhancements, Applications, Collaboration with LLMs, and Trustworthiness*. – 2024. / [Электронный ресурс]. – Режим доступа: URL: <https://arxiv.org/abs/2411.03350> (дата обращения: 01.07.2026).
-

ОПТИЧЕСКИЕ И МОРФОЛОГИЧЕСКИЕ ТРАНСФОРМАЦИИ ХЛОРЗАМЕЩЁННОГО ГИБРИДНОГО ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКОГО ПЕРОВСКИТА ПОСЛЕ МОДИФИКАЦИИ АРИЛ- И АЛКИЛАММОНИЕВЫМИ КАТИОНАМИ В МАЛЫХ КОЛИЧЕСТВАХ

Будник Валерия Сергеевна

Белорусский государственный университет информатики

и радиоэлектроники,

Минск, Беларусь

Аннотация: в данной статье представлены результаты исследований структуры поверхности и светопропускания монохлорзамещённых гибридных органо-неорганических перовскитов состава $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_2\text{Cl}$ после модификации жидкофазного прекурсора (перовскитного раствора) арил- и алкиламмониевыми катионами (RNH_3^+) в малых количествах с различным строением углеродсодержащего заместителя.

Ключевые слова: гибридные органо-неорганические перовскиты; модификация раствора; арил- и алкиламмониевые катионы; светопропускание, видимый спектр.

Введение

Внимание учёных и специалистов уже давно привлечено к разработке эффективных способов преобразования солнечной энергии в электроэнергию. Повышенный интерес к фотоэлектрическому методу обусловлен реальной возможностью создания относительно стабильных в эксплуатации, недорогих и простых в изготовлении солнечных элементов с относительно высоким коэффициентом преобразования энергии. Именно по этим причинам в фотовольтаике востребованы гибридные металлорганические перовскитные солнечные элементы (ПСЭ). Главными характеристиками, требующими внимательного исследования, являются морфологические и оптические свойства, влияющие на эффективность работы перовскитных элементов [1].

Управляемая кристаллизация имеет практическое значение для получения высококачественных тонких плёнок перовскита с уменьшенным количеством структурных дефектов. Доноры электронных пар, такие как азот, кислород

и сера, в качестве посторонних добавок координируются с катионами свинца в перовскитах и значительно влияют на латеральный рост кристаллитов. В некоторых исследованиях для морфологической регуляции тонких плёнок перовскита использовались амины с многоатомными углеводородными хвостами, однако данные соединения показали неудовлетворительные результаты. Перовскиты, модифицированные N- и O-донорами, демонстрируют более упорядоченную морфологию, повышенные размеры зёрен и кристалличность. Остаточные молекулы пассивируют мелкие дефекты в границах зёрен и приводят к подавлению рекомбинации носителей заряда [2–4].

Исследования перовскитных кристаллов находятся на высоком уровне актуальности. Галогенидные перовскиты с общей формулой ABX_3 (в основном, когда $A = Cs^+$, Rb^+ , органические катионы метиламмония ($CH_3NH_3^+$, MA^+) или формамидиния ($CH(NH_2)_2^+$, FA^+), $B = Pb^{2+}$ или Sn^{2+} , $X = I^-$, Br^- , Cl^-) (рисунок 1, а) являются одним из наиболее перспективных материалов для широкого спектра применения в фотоэлектрических и оптоэлектронных устройствах. Такой успех заключается в составе получаемых перовскитных соединений. Размер катиона A^+ влияет на ориентацию октаэдра $[BX_6]$ за счёт стерических и кулоновских взаимодействий. Это влияние изменяет степень перекрытия атомных орбиталей B и X, что, в свою очередь, влияет на ширину запрещённой зоны. Например, когда катион A^+ заменяется с FA^+ на MA^+ , а затем на Cs^+ в трийодсодержащем перовските, значения ширины запрещённой зоны (Eg) изменяются с 1,48–1,57 эВ до 1,48–1,51 эВ и 1,67–1,74 эВ для перовскитных соединений $FAPbI_3$, $MAPbI_3$ и $CsPbI_3$ соответственно [5, 6].

Существует несколько способов синтеза перовскитов. Возможно, наиболее известным методом является метод горячей инъекции, поскольку он позволяет получить контролируемый размер фотонных кристаллов, кроме того, он проводится в инертной атмосфере, что также предотвращает быструю деградацию на воздухе. Однако, высокотемпературный синтез, несмотря на свои преимущества, требует определённых навыков и специального оборудования. В этом отношении изучение синтеза в условиях окружающей среды является очень перспективным, поскольку качество получаемых фотонных кристаллов не уступает методам высокотемпературного синтеза [6].

Также полученные плёнки могут быть использованы в качестве антиотражающих покрытий в интегральной оптике при формировании оптических межсоединений и других устройств для преобразования световых сигналов [7–11].

Методика эксперимента. В данной работе исследовалось воздействие введения катионов RNH_3^+ в жидкофазный прекурсор на структуру и светопропускание плёнок моноклорзамещённого металлоорганического перовскита состава $CH_3NH_3PbI_2Cl$. Плёнки толщиной 0,8–1,0 мкм были получены центрифугированием (500 об/мин) с последующим отжигом при $T=100^\circ C$ в течение 5 минут.

Раствор перовскита, концентрация которого составила 60 г/л, получали смешиванием хлорида метиламмония ($\text{CH}_3\text{NH}_3\text{Cl}$) с йодидом свинца (II) PbI_2 (молярное соотношение компонентов 1:1) в диметилформамиде, иодиды аммония (NH_4I), моноэтаноламмония ($\text{HOC}_2\text{H}_4\text{NH}_3\text{I}$), фениламмония ($\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3\text{I}$) и этилендиаммония ($\text{H}_3\text{NC}_2\text{H}_4\text{NH}_3\text{I}$) (концентрации соответствующих иодидаммониевых солей C равны 5 г/л) добавляли при перемешивании. Спектры светопропускания снимались на спектрофотометре МС-122 в области длин волн (λ) 380–1000 нм. Морфология поверхности плёнок перовскита была исследована с помощью оптического микроскопа МКИ-2М. Воспроизводимость светопропускания при исследовании образцов оценивалась по измерениям в пяти точках: центральной и четырём крайним. Погрешность составила $\Delta X = \pm 0,1\%$. Это свидетельствует о достаточно высокой повторяемости измеряемых параметров.

Структура полученных покрытий. Плёнки исходного перовскита имели чёрный цвет. Образец без легирования состоял из мелких квадратных кристаллитов размерами 3,40–6,30 мкм с редкими промежутками между ними. Отдельные микрокристаллы собирались в частицы округлой формы диаметром до 9,0 мкм (рисунок 1, б). Содержание в перовските катиона аммония (NH_4^+) приводило к значительному уменьшению размера и количества пустот, кристаллиты длиной 2,23–3,40 мкм собирались воедино в звёздчатые агрегаты размерами 11,80–30,33 мкм (рисунок 1, в). Свежеприготовленные образцы смешанного I/Cl перовскита, модифицированного при помощи катиона моноэтаноламмония ($\text{HOC}_2\text{H}_4\text{NH}_3^+$), имеют микрокристаллическую поверхность красновато-чёрного цвета со средним размером частицы 2,0 мкм (рисунок 1, г). Содержание анилиновой добавки (катион фениламмония $\text{C}_6\text{H}_5\text{NH}_3^+$) обеспечивает чёрный цвет плёнок. Выявляется микрокристаллическая структура (округлые частицы размером 2,70–3,80 мкм, собранные воедино) со значительными пустотами (рисунок 1, д). Для включения катиона этилендиаммония ($^+\text{H}_3\text{NC}_2\text{H}_4\text{NH}_3$) наблюдается красновато-чёрный цвет и зернистый характер поверхности с кольцеобразными объединениями частиц, размеры которых составляют 0,92–1,37 мкм, между которыми обнаруживаются небольшие промежутки (рисунок 1, е).

Светопропускание перовскитных образцов. Для исходного перовскита светопропускание не превышало $T = 10,0\%$ при $\lambda = 596$ нм и не опускалось ниже отметки $T = 8,3\%$ при $\lambda = 380$ нм (рисунок 2, кривая 1). Пропускание для смешанного I/Cl перовскита с внедрённым катионом аммония (NH_4^+) сильно понижается по сравнению с исходным соединением. Увеличение показателя светопропускания приостанавливается при $\lambda = 466$ нм (синий цвет) с дальнейшим понижением до 7,4% при перегибе на 764 нм; затем происходит второй перегиб при $\lambda = 804$ нм с монотонным падением пропускания в дальнейшей области спектра (рисунок 2, кривая 2).

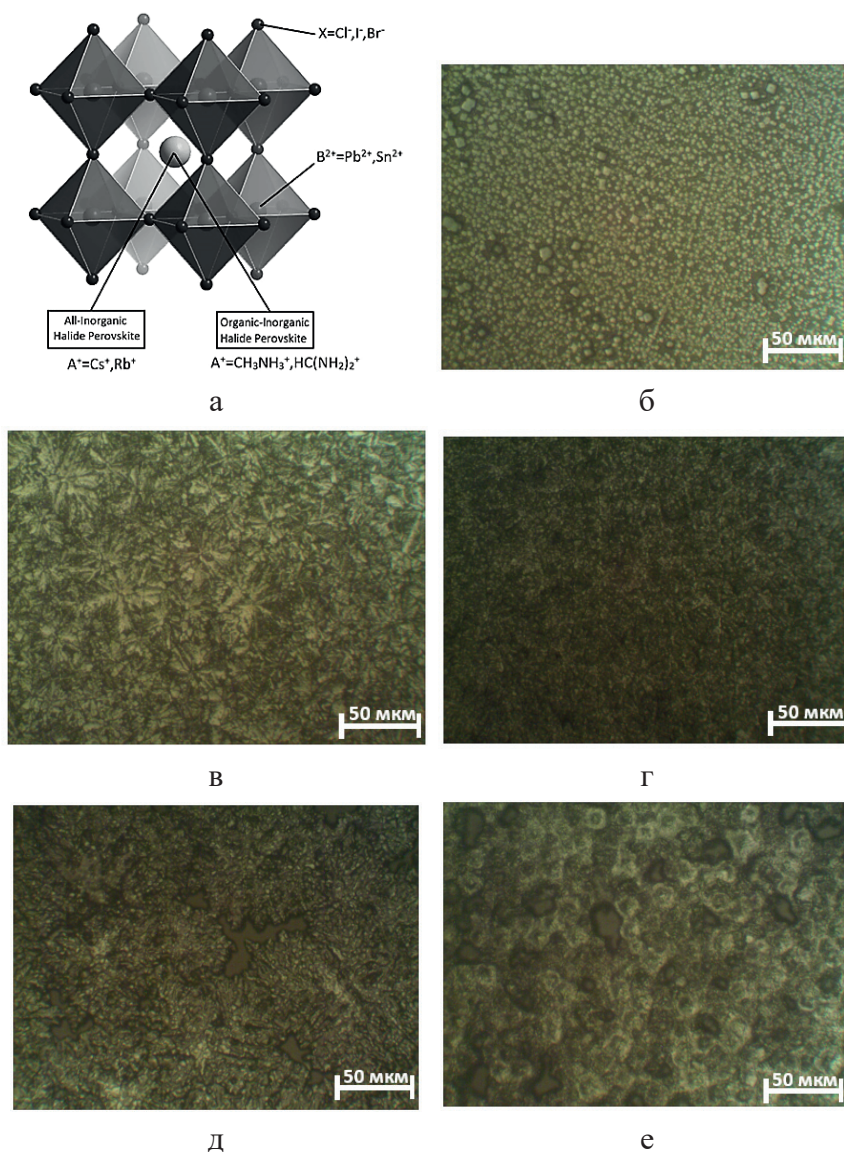


Рис.1. Кристаллическая структура перовскита (а); структура плёнок первоначального монохлорзамещённого I/Cl перовскита (б), модифицированного при помощи аммониевого (в), моноэтаноламмониевого (г), фениламмониевого (д) и этилендиаммониевого (е) катионов

При введении катиона моноэтаноламмония светопропускание сначала постепенно увеличивается от $T = 0\%$ ($\lambda = 330\text{--}338\text{ нм}$) до $T = 0,09\%$ ($\lambda = 400\text{ нм}$), затем происходит резкий, в последующем немонотонный, рост во всей остальной области до $T = 3,04\%$ при $\lambda = 1000\text{ нм}$ (рисунок 2, кривая 3). После введения в перовскит катиона фениламмония в диапазоне длин волн λ 422–1000 нм светопропускание повышается по сравнению с исходным перовскитом в среднем на 1,36% ($T = 8,56\text{--}11,49\%$) (рисунок 2, кривая 4). Для перовскита с катионом этилендиаммония медленный рост светопропускания обнаруживается от $T = 0,06\%$ до $T = 0,12\%$ при λ 330–750 нм, после чего происходит скачок до $T = 0,81\%$ ($\lambda = 808\text{ нм}$) с последующим плавным повышением до $T = 1,02\%$ ($\lambda = 1000\text{ нм}$) (рисунок 2, кривая 5).

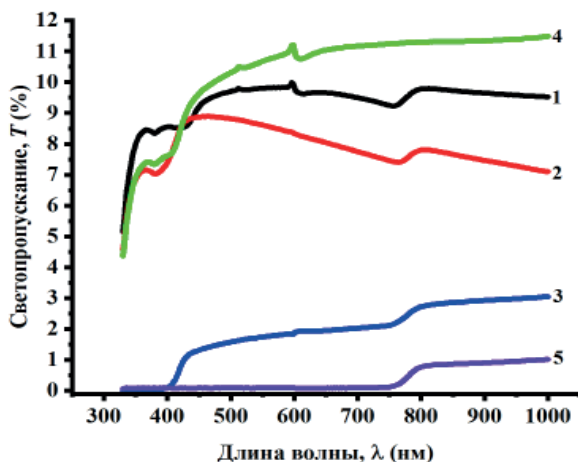


Рис. 2. Спектры светопропускания: 1 – исходного монохлорзамещённого перовскита; модифицированного при помощи катионов: 2 – аммониевого; 3 – моноэтаноламмониевого; 4 – фениламмониевого; 5 – этилендиаммониевого

Таким образом, структурные и оптические трансформации монохлорзамещённых гибридных органо-неорганических перовскитов при помощи введения в жидкофазный прекурсор малых количеств катионов моноэтаноламмония и этилендиаммония приводят к повышению качества покрытий. Светопропускание таких перовскитных плёнок значительно понижается во всей исследуемой области видимого спектра. Подобные изменения положительно влияют на оптические свойства и эффективность перовскитных солнечных элементов.

Благодарности. Работа выполнена при поддержке Министерства образования Республики Беларусь (грант № 26–3090 М) и Государственной Программы Научных Исследований (ГПНИ) 2026–2030 «Фотоника и микроэлектроника», задание 5.3.09.

Список литературы

1. McNelis, B. *The Photovoltaic Business: Manufactures and Markets.* / B. McNelis // *Series on Photoconversion of Solar Energy.* – 2001. – № 1. – P. 713.
2. Barboni, D. *The Thermodynamics and Kinetics of Iodine Vacancies in the Hybrid Perovskite Methylammonium Lead Iodide* / D. Barboni, R. A. De Souza // *Energy Environ. Sci.* – 2018. – Vol. 11. – P. 3266–3274.
3. Ching-Ho, T. *Methylammonium halide salt interfacial modification of perovskite quantum dots/triple-cation perovskites enable efficient solar cells* / T. Ching-Ho, L. Hong-Ye, L. Chen // *Nature.* – 2023. – Vol 13, № 5387. – P. 13–20.
4. Eperon, G. *The role of dimethylammonium in bandgap modulation for stable halide perovskites* / G. Eperon // *ACS Energy Lett.* – 2020. – Vol 5, № 6. – P. 1856–1864.
5. El-Mellouhi, F. *Hydrogen Bonding and Stability of Hybrid Organic–Inorganic Perovskites* / F. El-Mellouhi [et al.] // *ChemSusChem.* – 2016. – Vol. 9, № 18. – P. 2648–2655.
6. Turavets, U. *Fabrication, Deposition, Morphology and Composition of Perovskite CsPb(BrI-xI_x)₃* / U. Turavets [et al.] // *2024 IEEE 24th International Conference on Nanotechnology (NANO).* – 2024. – IEEE, 2024. – P. 297–301.
7. Katsuba, P. *Stable electroluminescence of nanostructured silicon embedded into anodic alumina* / P. Katsuba [et al.] // *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures.* – 2009. – T. 41. – № 6. – C. 931–934.
8. Lazarouk, S. K. *Spherical plasmoids formed upon the combustion and explosion of nanostructured hydrated silicon* / S. K. Lazarouk [et al.] // *JETP letters.* – 2007. – T. 84. – № 11. – C. 581–584.
9. Lazarouk, S. *Optical characterization of reverse biased porous silicon light emitting diode* / S. Lazarouk [et al.] // *Materials Science and Engineering: B.* – 2000. – T. 69. – C. 114–117.
10. Jaguiro, P. *Si-based optoelectronic couple* / P. Jaguiro [et al.] // *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures.* – 2009. – T. 41. – № 6. – C. 1094–1096.
11. Jaguiro, P. *Si-based emissive microdisplays* / P. Jaguiro [et al.] // *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures.* – 2009. – T. 41. – № 6. – C. 927–930.

ОСОБЕННОСТИ МОРФОЛОГИИ ГИБРИДНЫХ ОРГАНО-НЕОРГАНИЧЕСКИХ ПЕРОВСКИТОВ РАЗЛИЧНОЙ ТОЛЩИНЫ

Будник Валерия Сергеевна

Степанов Андрей Анатольевич

кандидат технических наук, доцент

*Белорусский государственный университет информатики
и радиоэлектроники,*

Минск, Беларусь

Аннотация: в данной статье представлены результаты исследований структуры поверхности плёнок трийодсодержащих гибридных органо-неорганических перовскитов состава $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ различной толщины.

Ключевые слова: гибридные органо-неорганические перовскиты; толщина плёнок; структура поверхности.

Введение

Внимание учёных и специалистов уже давно привлечено к разработке эффективных способов преобразования солнечной энергии в электроэнергию. Повышенный интерес к фотоэлектрическому методу обусловлен реальной возможностью создания относительно стабильных в эксплуатации, недорогих и простых в изготовлении солнечных элементов с относительно высоким коэффициентом преобразования энергии. Именно по этим причинам в фотовольтаике востребованы гибридные металлорганические перовскитные солнечные элементы (ПСЭ). Главными характеристиками, требующими внимательного исследования, являются морфологические и оптические свойства, влияющие на эффективность работы перовскитных элементов [1].

Управляемая кристаллизация имеет практическое значение для получения высококачественных тонких плёнок перовскита с уменьшенным количеством структурных дефектов. Доноры электронных пар, такие как азот, кислород и сера, в качестве посторонних добавок координируются с катионами свинца в перовскитах и значительно влияют на латеральный рост кристаллитов. В некоторых исследованиях для морфологической регуляции тонких плёнок перовскита использовались амины с многоатомными углеводородными

хвостами, однако данные соединения показали неудовлетворительные результаты. Перовскиты, модифицированные N- и O-донорами, демонстрируют более упорядоченную морфологию, повышенные размеры зёрен и кристалличность. Остаточные молекулы пассивируют мелкие дефекты в границах зёрен и приводят к подавлению рекомбинации носителей заряда [2–4].

Исследования перовскитных кристаллов находятся на высоком уровне актуальности. Галогенидные перовскиты с общей формулой ABX_3 (в основном, когда $A = Cs^+$, Rb^+ , органические катионы метиламмония ($CH_3NH_3^+$, MA^+) или формамидиния ($CH(NH_2)_2^+$, FA^+), $B = Pb^{2+}$ или Sn^{2+} , $X = I^-$, Br^- , Cl^-) (рисунок 1, а) являются одним из наиболее перспективных материалов для широкого спектра применения в фотоэлектрических и оптоэлектронных устройствах. Такой успех заключается в составе получаемых перовскитных соединений. Размер катиона A^+ влияет на ориентацию октаэдра $[BX_6]$ за счёт стерических и кулоновских взаимодействий. Это влияние изменяет степень перекрытия атомных орбиталей В и X, что, в свою очередь, влияет на ширину запрещённой зоны. Например, когда катион A^+ заменяется с FA^+ на MA^+ , а затем на Cs^+ в трийодсодержащем перовските, значения ширины запрещённой зоны (Eg) изменяются с 1,48–1,57 эВ до 1,48–1,51 эВ и 1,67–1,74 эВ для перовскитных соединений $FAPbI_3$, $MAPbI_3$ и $CsPbI_3$ соответственно [5, 6].

Существует несколько способов синтеза перовскитов. Возможно, наиболее известным методом является метод горячей инъекции, поскольку он позволяет получить контролируемый размер фотонных кристаллов, кроме того, он проводится в инертной атмосфере, что также предотвращает быструю деградацию на воздухе. Однако, высокотемпературный синтез, несмотря на свои преимущества, требует определённых навыков и специального оборудования. В этом отношении изучение синтеза в условиях окружающей среды является очень перспективным, поскольку качество получаемых фотонных кристаллов не уступает методам высокотемпературного синтеза [6].

Также полученные плёнки могут быть использованы в качестве антиотражающих покрытий в интегральной оптике при формировании оптических межсоединений и других устройств для преобразования световых сигналов [7–11].

Методика эксперимента. В данной работе исследовалось воздействие толщины плёнок перовскитов состава $CH_3NH_3PbI_3$ на структуру таких покрытий.

Раствор перовскита состава $CH_3NH_3PbI_3$, концентрация которого составила 1 моль/л, получали смешиванием иодида метиламмония (CH_3NH_3I) с йодидом свинца (II) PbI_2 (молярное соотношение компонентов 1:1) в диметилсульфоксиде (ДМСО, C_2H_6OS).

Обработанная сухая стеклянная пластина помещалась на центрифугу и нагревалась в течение 5 минут. Получение плёнок осуществлялось

в установленном потоке тёплого воздуха при температуре $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$. Жидкофазный прекурсор, находящийся при комнатной температуре, капельно наносился на стеклянную подложку. Методом центрифугирования раствор наносился на поверхность горячей подложки при $T = 90\text{ }^{\circ}\text{C}$ в диапазоне скоростей вращения центрифуги 450–750 об/мин. Сушка образца осуществлялась в неизменном воздушном потоке в течение 3 минут. Для готовых плёнок проводился термический отжиг в атмосфере окружающей среды без потока воздуха при $T = 100\text{ }^{\circ}\text{C}$ в течение 30 минут.

Структуру полученных покрытий исследовали на оптическом микроскопе МКИ-2М при увеличении $\times 500$. Изображения образцов сохранялись на компьютер при помощи цифровой камеры DCM-310.

Структура полученных покрытий.

Толщина (h) полученных плёнок перовскита состава $\text{CH}_3\text{NH}_3\text{PbI}_3$ варьировалась в диапазоне 1–11 мкм.

Во всех случаях покрытия имели чёрный цвет, не изменявшийся во времени при нахождении в условиях окружающей среды (сравнение проводилось в течение 14 суток после получения плёнок).

Образцы с толщиной 1 мкм характеризуются приблизительно схожим диаметром частиц (d) 6,85–9,88 мкм, отдельные кристаллы имеют $d = 5,58$ мкм, $d = 10,34$ мкм, и $d = 12,06$ мкм (в среднем $d = (8,02 \pm 0,97)$ мкм), имеющих форму правильных многоугольников, вогнутых в центре (большая часть – пятиугольные) (рисунок 1, а – г). Данные микрокристаллы перовскита разбросаны равномерно по поверхности плёнки, имеющей микропоры размерами 7,73–25,64 и более мкм между скоплениями кристаллов. Имеют шероховатую поверхность, возможно, за счёт наличия в самой структуре или на их поверхности зёрен.

В тонких плёнках перовскита пересыщение раствора происходит быстро, поэтому образуется много зародышей кристаллизации. Из-за малого объёма раствора концентрация вещества мгновенно превышает равновесную растворимость. Высокий уровень пересыщения кардинально снижает энергетический барьер, поэтому в объёме раствора самопроизвольно возникает огромное количество центров кристаллизации (ядер новой фазы).

Образцы толщиной 2 мкм характеризуются уменьшением размеров микрокристаллов перовскита в 1,5 раза по сравнению с таковыми для плёнок толщиной 1 мкм: $d = 4,12$ – $6,21$ мкм, отдельные кристаллы имеют $d = 7,40$ – $7,60$ мкм (в среднем $d = (5,38 \pm 0,71)$ мкм) (рисунок 2). Число самих частиц значительно возрастает, способствуя уменьшению количества и размеров микропустот в плёнке, что положительно влияет на структуру покрытия в целом. Микрокристаллы перовскита становятся более однородными по размеру.

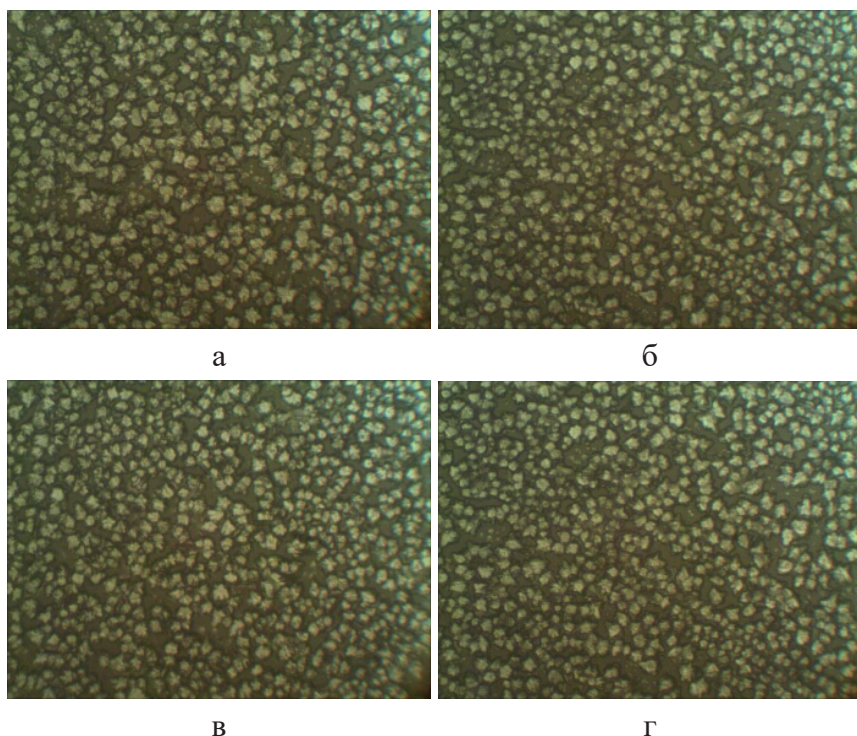


Рис. 1. Морфология плёнок перовскита толщиной h 1 мкм

В таком случае ускоряется образование центров кристаллизации, так как исходный объём растворителя выше. При испарении растворителя такой раствор становится более концентрированным, так как сохраняется первоначальное количество самого перовскита. Появляется множество мелких зародышей, которые начинают расти одновременно, но из-за конкуренции за материал быстро останавливаются в росте, формируя мелкокристаллическую структуру.

Тонкие слои успевают кристаллизироваться быстрее, позволяя единичным микрокристаллам вырасти более крупными.

При исследовании утолщённых образцов ($h = 4$ мкм) наблюдается резкое изменение формы и увеличение размеров кристаллов. Появляется разнообразие форм: вогнутые в центре многоугольники, звёздчатые кристаллы, овальные пластины, кристаллы в форме цветка (рисунок 3). Во всех случаях частицы со схожими размерами объединяются в линейные либо разветвлённые агломераты.

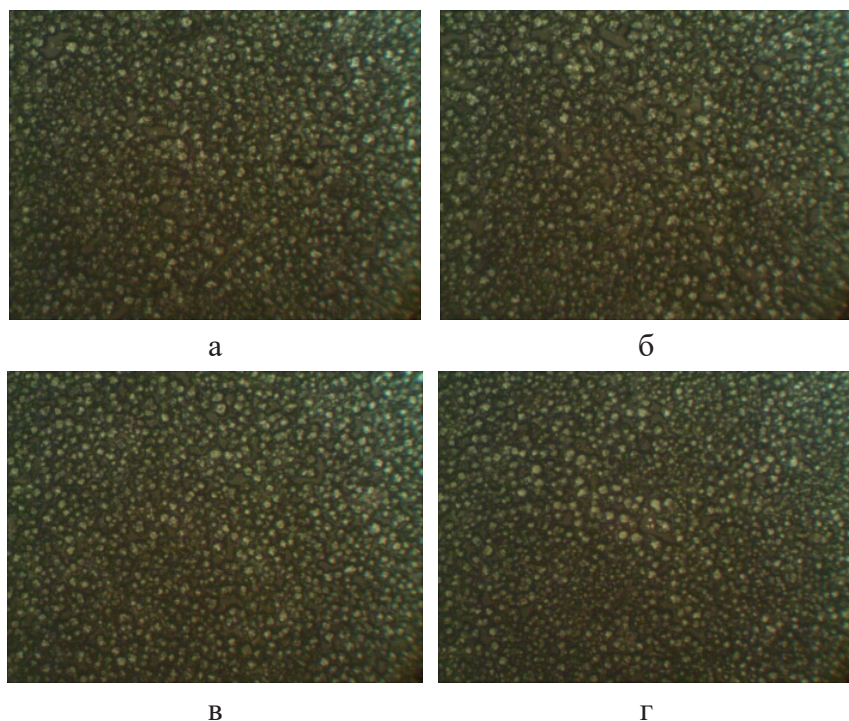


Рис. 2. Морфология плёнок перовскита толщиной h 2 мкм

Звёздчатая форма характерна для мелких частиц, имеющих схожие размеры, в диапазоне d 8,65–18,33 мкм, отдельные в поле зрения микрокристаллы имеют $d = 6,15$ и $23,07$ мкм (в среднем $d = (13,75 \pm 2,94)$ мкм) (рисунок 3, а–в).

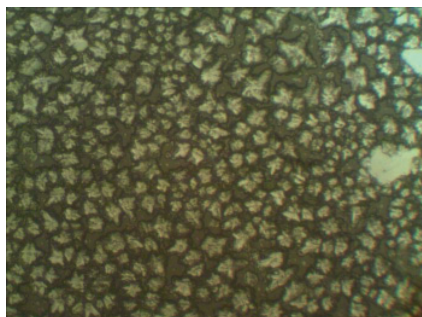
Цветочная форма немного крупнее и приобретает d 9,59–20,94 мкм (в среднем $d = (13,84 \pm 3,71)$ мкм) (рисунок 3, г–е).

Многоугольная форма с вогнутым центром менее распространена и имеет d 10,71–25,21 мкм (в среднем $d = (19,32 \pm 3,49)$ мкм) (рисунок 3, г–з).

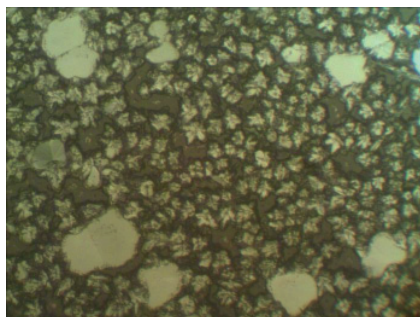
Наиболее крупные кристаллы имеют различные пластинчатые вариации, приобретают вытянутую форму и соотношение длины к ширине до 2:1. Диапазон длин для таких частиц составляет от 20,65 до 57,86 мкм (в среднем $(37,72 \pm 8,80)$ мкм), ширин – от 10,65 до 41,59 мкм (в среднем $(23,27 \pm 8,76)$ мкм) (рисунок 3, в–з). Микропустоты увеличивались по сравнению с таковыми в предыдущих исследованиях в 1,5–3 раза.

В этом случае формировалось более толстое покрытие, с увеличенным количеством перовскита и растворителя в нём. Это обеспечивает больше пространства и времени для того, чтобы мелкие зародыши объединялись,

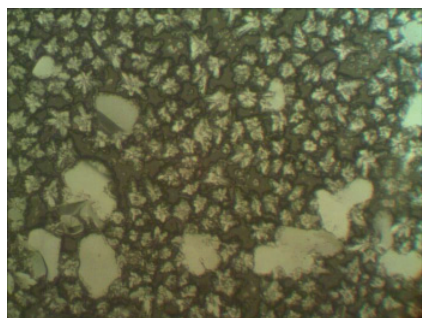
формируя более крупные кристаллические структуры. Так как горизонтальные размеры плёнок оказались меньшими, чем в предыдущих случаях, то размер кристалла в горизонтальной плоскости зависит от толщины самой плёнки (ограничение вертикального роста), поэтому более толстый слой также поспособствовал созданию крупных частиц.



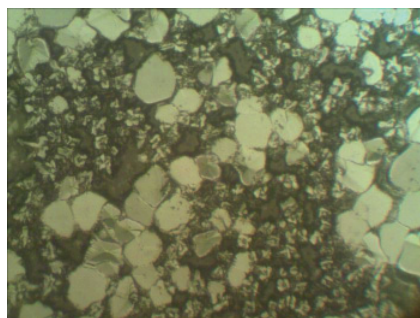
а



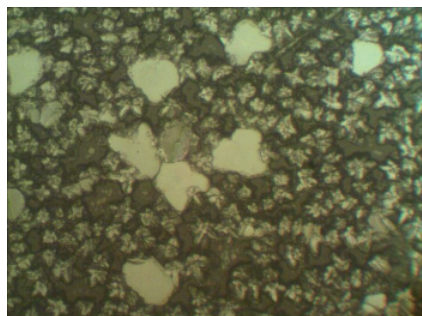
б



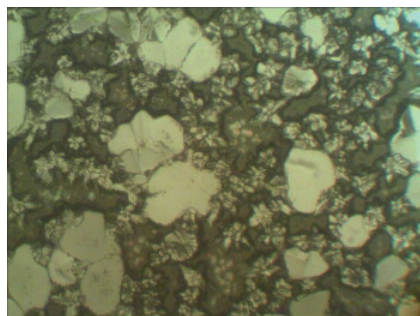
в



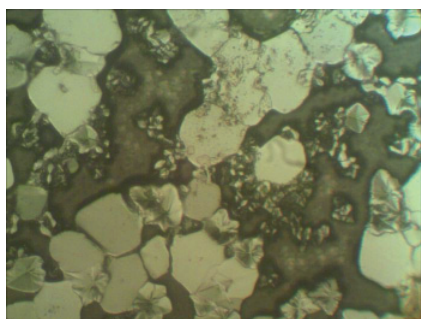
г



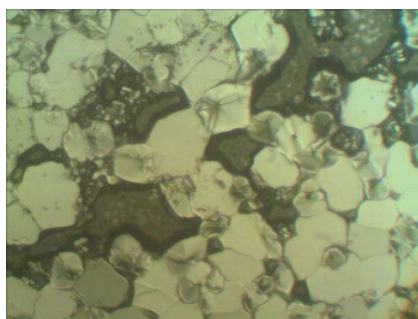
д



е

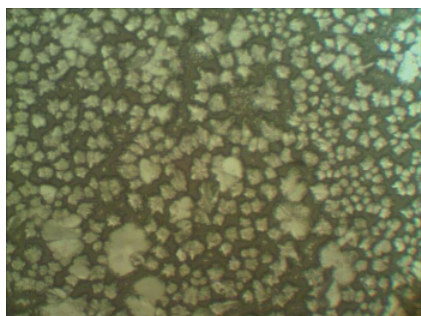


Ж

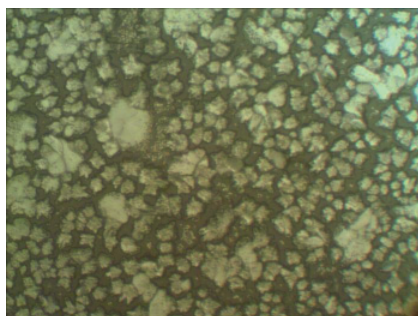


З

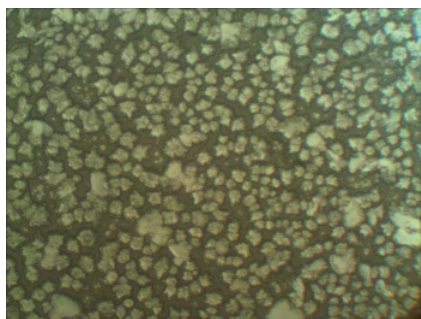
Рис. 3. Морфология плёнок перовскита толщиной $h = 4$ мкм



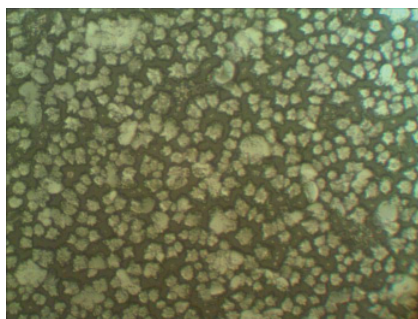
а



б



в



г

Рис. 4. Морфология плёнок перовскита толщиной $h = 11$ мкм

В образцах толщиной 11 мкм уменьшается вариабельность размеров частиц (рисунок 4). Кристаллы обладают размерами d 4,93–18,96 мкм (в среднем

$d = 9,07 \pm 3,85$ мкм). Обнаружены отдельные пластинчатые частицы, размеры которых достигают: $37,13 \times 32,06$ мкм; $30,17 \times 24,40$ мкм; $32,10 \times 26,07$ мкм; $34,88 \times 27,67$ мкм.

Мелкие кристаллы содержат большое количество острых граней. Наблюдается разнообразие форм: от квадратной до правильной многогранной.

Таким образом, с увеличением толщины перовскитных покрытий размеры частиц изменяются неравномерно. Для более тонких плёнок ($h = 1$ и 2 мкм) наблюдается относительное постоянство размеров и формы плёнок во всей поверхности покрытий. При утолщении плёнок ($h = 4$ и 11 мкм) появляются различные варианты оформления микрокристаллов перовскита, варьирования в размерах частиц становятся более заметными, вплоть до формирования пластин размерами около 40 мкм.

Список литературы

1. McNelis, B. *The Photovoltaic Business: Manufactures and Markets.* / B. McNelis // *Series on Photoconversion of Solar Energy.* – 2001. – № 1. – P. 713.
2. Barboni, D. *The Thermodynamics and Kinetics of Iodine Vacancies in the Hybrid Perovskite Methylammonium Lead Iodide* / D. Barboni, R. A. De Souza // *Energy Environ. Sci.* – 2018. – Vol. 11. – P. 3266–3274.
3. Ching-Ho, T. *Methylammonium halide salt interfacial modification of perovskite quantum dots/triple-cation perovskites enable efficient solar cells* / T. Ching-Ho, L. Hong-Ye, L. Chen // *Nature.* – 2023. – Vol 13, № 5387. – P. 13–20.
4. Eperon, G. *The role of dimethylammonium in bandgap modulation for stable halide perovskites* / G. Eperon // *ACS Energy Lett.* – 2020. – Vol 5, № 6. – P. 1856–1864.
5. El-Mellouhi, F. *Hydrogen Bonding and Stability of Hybrid Organic–Inorganic Perovskites* / F. El-Mellouhi [et al.] // *ChemSusChem.* – 2016. – Vol. 9, № 18. – P. 2648–2655.
6. Turavets, U. *Fabrication, Deposition, Morphology and Composition of Perovskite CsPb(BrI-xIx)3* / U. Turavets [et al.] // *2024 IEEE 24th International Conference on Nanotechnology (NANO).* – 2024. – IEEE, 2024. – P. 297–301.
7. Katsuba, P. *Stable electroluminescence of nanostructured silicon embedded into anodic alumina* / P. Katsuba [et al.] // *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures.* – 2009. – T. 41. – № 6. – C. 931–934.
8. Lazarouk, S. K. *Spherical plasmoids formed upon the combustion and explosion of nanostructured hydrated silicon* / S. K. Lazarouk [et al.] // *JETP letters.* – 2007. – T. 84. – № 11. – C. 581–584.

9. Lazarouk, S. *Optical characterization of reverse biased porous silicon light emitting diode* / S. Lazarouk [et al.] // *Materials Science and Engineering: B*. – 2000. – Т. 69. – С. 114–117.

10. Jaguiro, P. *Si-based optoelectronic couple* / P. Jaguiro [et al.] // *Physica E: Low-Dimensional Systems and Nanostructures*. – 2009. – Т. 41. – № 6. – С. 1094–1096.

11. Jaguiro, P. *Si-based emissive microdisplays* / P. Jaguiro [et al.] // *Physica E: Low-dimensional Systems and Nanostructures*. – 2009. – Т. 41. – № 6. – С. 927–930.

DOI 10.34660/INF.2026.54.64.097

УДК 336.74, 338.22

МЕТОДОЛОГИЯ ЭКОНОМИЧЕСКОГО АНАЛИЗА ВЫДЕЛЕНИЯ УСТОЙЧИВЫХ ИЗМЕНЯЕМЫХ КОМПОНЕНТОВ РАБОЧЕГО КАПИТАЛА В УСЛОВИЯХ СЕРИЙНОГО МНОГОНОМЕНКЛАТУРНОГО ПРОИЗВОДСТВА

Форкунов Никита Павлович

аспирант

Российский экономический университет им. Г. В. Плеханова,
Москва, Российская Федерация

Аннотация. В статье рассматриваются постановка задачи и численный метод локализации в составе постоянных и переменных активов рабочего капитала операционного сегмента многопродуктового промышленного предприятия с серийным характером производства так называемых ведущих или «ключевых», отличающихся соответственно наиболее высокой технологической специфичностью и загрузкой оборудования (в случае постоянных активов), либо наиболее высокой привносимой в изделия производственной программы долей добавленной стоимости (в случае переменных активов). Для условий многономенклатурных производств (например, в секторах машиностроения и механообработки) возможность построения агрегированных по выделенным активам производственно-технологических и ресурсных ограничений позволяет сократить соответствующую подопласть модели планово-производственной задачи без существенной потери точности оптимального решения в критерии и оценках ограничений агрегированной группы, что значительно упрощает подготовку и обслуживание информационного обеспечения расчетов, при этом сохраняется возможность расширения ограничений по неучтенным ранее факторам внешней и внутренней сред предприятия без трансформации алгоритма оптимизации (предполагается использование инструментария линейного непрерывного программирования).

Ключевые слова: промышленное предприятие, операционный сегмент, программа выпуска, серийное производство, рабочий капитал, постоянные активы, переменные активы, производственно-технологический потенциал,

ресурсный потенциал, ведущие активы, интерспецифичные активы, модель производственной программы, агрегированные ограничения.

Введение

К настоящему времени в промышленной сфере страны и в ее ведущих секторах- машиностроении и механообработке сложилось большое разнообразие технологических процессов, предполагающих наличие соответствующего технико-организационного обеспечения эффективного использования производственно-технологического и ресурсного потенциалов предприятия. При этом в отмеченных секторах основной характеристикой производственного процесса, определяющей уровень широты номенклатуры выпускаемой продукции, объема и регулярности выпуска, остается тип производства: единичное, серийное или массовое [2,3,7].

Признак типа производства имеет важное значение и для построения формальных математических моделей, например планирования производственных программ предприятий или их отдельных сегментов (ниже, операционные сегменты, локализованные или по замкнутому технологическому контуру, или по набору выпускаемых продуктов). Тематика моделирования производственных систем с учетом типа и особенностей производства (например, непрерывное или дискретное) широко известна (здесь напомним работы Ашманова С. А. [1], Герасимова Н. И. [3] и Интриллигатора М. [5]).

Известные планово-производственные модели обладают одним существенным недостатком, отмеченным в публикации [8]: корректное представление в формальном виде реальной производственной системы или даже отдельного ее сегмента, или технологического участка не представляется возможным ввиду чрезмерно большого набора ограничений по объемам постоянных и переменных активов, которые необходимо учесть при планировании программы выпуска.

В цитируемой публикации Форкунова Н. П. предложен метод построения агрегированной системы ограничений по этим группам активов с объединением в одно или несколько ограничений «родственных», имеющих отношение или к одной, так называемой «ведущей» технологической группе оборудования-ТГО (терминология, используемая в статье также заимствована из публикации [8]), или к одному переменному активу, вклад которого в создание экономической добавленной стоимости для данной технологической группы изделий-ТГИ наиболее высокий в сравнении с другими.

Цель и основная задача статьи- предложить постановку задачи и разработать метод выделения активов в составе постоянных и переменных рабочего капитала операционного сегмента многономенклатурного предприятия с серийным характером производства, которые можно было бы обоснованно

использовать в качестве «ведущих» в методе агрегированного учета ограничений по производственно-технологическому и ресурсному потенциалам.

Основные результаты и обсуждение

Далее по тексту будем как основную использовать категорию «предприятие с серийным характером производства», что делает необходимым ее конкретизацию. В соответствии с известными работами по классификации типов производственных процессов в машиностроении и механообработке, в частности работой [7], уровень серийности производства предлагается определять на основе коэффициента закрепления операций для данной рабочей позиции или группы рабочих мест (в случае производственного участка или ТГО). Этот коэффициент задает отношение всех технологических операций по всем ТГИ, выполняемым операционным сегментом в течение планового периода (чаще месяца), к числу рабочих позиций (числа ТГО).

Для серийного производства характерно изготовление изделий порционно, периодически повторяющимися равными по объему партиями (далее по тексту-партии запуска), включающими заготовки для одной конкретной ТГИ. Уровень серийности в цитируемой работе предложено уточнять так: для мелкосерийного производственного процесса коэффициент закрепления операций 21–40, для среднесерийного 11–20, для крупносерийного 1–10.

В исследованиях автора упор делается на мелко- и среднесерийных предприятиях, на которых может эффективно реализован многономенклатурный режим и которые по этой и другим причинам составляют основную долю инновационно-ориентированного бизнеса в машиностроительной и обрабатывающей отраслях российской экономики. В рамках рассматриваемой нами задачи важно, что операционные сегменты этих предприятий имеют в своем составе предметно замкнутые участки, организованные по принципу «сквозных технологических цепочек», что позволяет достаточно точно определить загрузку оборудования и отдельных рабочих мест.

Введем в рассмотрение следующие исходные и расчетные параметры и переменные, характеризующие производственно-технологический потенциал и условия группы цехов и производственных участков, входящих в организационную структуру данного операционного сегмента:

t – индекс временного интервала, совпадающего с производственно-коммерческим циклом полной технологической цепочки производства продукции операционного сегмента, $t = \underline{I}, \underline{T}$, где $\underline{T}$ – плановый период, соответствующий среднему периоду смены состава производственной программы (месяц, квартал, год);

i – индекс технологической группы (ТГИ) – объектов производства операционного сегмента ($i = \underline{I}, \underline{I}$, где $\underline{I}$ – число групп ТГИ, освоенных в производстве данного операционного сегмента);

$n_i^{(t)}$ – количество (шт.) произведенной на временном интервале продукции i -й ТГИ;

k – индекс технологической группы оборудования (ТГО), входящей в состав постоянных активов операционного сегмента и включенных в перечень «кандидатов» на выбор «ключевого» актива производственной сферы предприятия ($k = \underline{1}, K$, где K – число рассматриваемых постоянных активов операционного сегмента. Отметим, что «ключевой» актив выбирается из группы наиболее загруженного оборудования);

$m_{i,k}^{(t)}$ – средняя величина партии запуска изделий i -й ТГИ на k -й ТГО на временном интервале t (устанавливается по величине объема продукции, переходящей на обработку на следующий технологический предел или в незавершенное производство).

Определим среднее за временной интервал t число партий запуска продукции i -й ТГИ на k -й ТГО:

$$d_{i,k}^{(t)} = \left\lceil \frac{n_i^{(t)}}{m_{i,k}^{(t)}} \right\rceil, \quad (1)$$

где $\lceil a \rceil$ – наименьшее целое, большее a .

Далее определим: среднюю интенсивность поступления заготовок i -й ТГИ на k -ю ТГО на временном интервале:

$$i_{i,k}^{(t)} = \frac{1}{d_{i,k}^{(t)}} \quad (2)$$

и максимальную интенсивность по всем группам изделий и оборудования, характеризующую «плотность» режима серийной обработки изделий в рамках данного операционного сегмента:

$$t^{(t)} = \frac{1}{i_{i,k}^{(t)}}. \quad (3)$$

Если $t_{n-3,i,k}$ и $t_{i,k}$ – подготовительно-заключительное и операционное время соответственно на одну партию запуска и одно изделие i -й ТГИ при обработке на k -й ТГО, то технологическая станкочасовая нагрузка этой группы на данной ТГО для временного интервала t задается выражением:

$$Tr_{i,k}^{(t)} = d_{i,k}^{(t)} * (t_{n-3,i,k} + m_{i,k}^{(t)} * t_{i,k}). \quad (4)$$

В условиях серийного производства партии запуска изделий различных ТГИ поступают на вход технологической цепочки, как правило, в случайном по отношению к i индексу, вследствие чего обоснованно предположить следующую расчетную формулу для общей технологической загрузки $Tr_k^{(t)}$ оборудования k -й ($k = \underline{1}, K$) ТГО на временном интервале t :

$$Tr_k^{(t)} = t^{(t)} * \sum_{i=1}^I \frac{1}{i_{i,k}^{(t)}} * Tr_{i,k}^{(t)}, k = \underline{1}, K. \quad (5)$$

Замечание 1. Если для некоторого k ($k = 1, K$) $\underline{Tr}_k^{(t)} > T_{\varepsilon k}$, где $T_{\varepsilon k}$ – эффективное (или плановое) время работы оборудования k -й группы на временном промежутке, совпадающем по длительности с t , то следует за $\underline{Tr}_k^{(t)}$ принять величину $T_{\varepsilon k}$.

За «ключевое» звено в наборе постоянных активов данного операционного сегмента для временного интервала t ($t = \underline{L}, \underline{L}$) следует выбрать группу k^* ТГО с индексом такую, что:

$$\underline{Tr}_{k^*}^{(t)} = \underline{Tr}_k^{(t)}. \quad (6)$$

Замечание 2. Если таких ТГО несколько, то следует присвоить приоритет «ключевой» любой группе из этого списка, но желательно выбрать группу, отличающуюся большей транзакционной специфичностью.

Итак, в состав «ключевых» постоянных активов в цехах серийного производства включим две основные группы оборудования: либо отличающиеся наиболее интенсивным характером использования, удовлетворяющим соотношению (6), либо являющиеся уникальными или интерспецифичными (предполагающими в процедурах планирования и управления производством учета времени загрузки по отдельным операциям технологического цикла, например, электромонтажное, гальваническое, лакокрасочное и др.).

Определив ведущую по уровню загрузки или в нашей терминологии «ключевую» группу технологического оборудования, рассчитаем коэффициенты рассогласованности технологической загрузки остальных составляющих постоянных активов ТГО по отношению к ведущей:

$${}_k^{(t)} = \frac{\underline{Tr}_k^{(t)}}{\underline{Tr}_{k^*}^{(t)}}, k = \underline{1}, K. \quad (7)$$

При построении агрегированной по производственно-технологической мощности операционного сегмента серийного предприятия системы ограничений предлагается учитывать вектор эффективного времени работы оборудования на отдельных участках и рабочих местах с компонентами:

$$\underline{T\varepsilon} = (\underline{\neg}_1 * T_{\varepsilon k^*}, \underline{\neg}_2 * T_{\varepsilon k^*}, \dots, \underline{\neg}_K * T_{\varepsilon k^*}), \quad (8)$$

где $\neg_k = {}_k^{(t)}, k = \underline{1}, K$.

Аналогично «ключевому» постоянному активу в составе рабочего капитала операционного сегмента определим наиболее «ценный» переменный актив из перечня VA с индексами $l = \underline{1}, \underline{L}$, технико-экономическое содержание которых связывается с «передачей» изделиям производственной программы предприятия на определенных позициях технологической цепочки части «добавленной стоимости», величина которой пропорциональна объему затраченного переменного актива.

Будем исходить из вполне естественного предположения, что предприятия использует учетную систему прямого списания затрат активов производственной сферы на изделия программы выпуска – систему директ-костинг [4]. В условиях использования этой учетной системы обосновано считать известными величины $r_{i,l}$ ($i = \underline{1}, \underline{L}$, $l = \underline{1}, \underline{L}$) удельных затрат соответственно l -го переменного актива на производство единицы изделия i -й ТГИ с учетом всех необходимых технологических процедур, связанных с «передачей» незавершенному изделию планируемой на данной позиции экономической добавленной стоимости.

Определим общие затраты $R_{i,l}^{(t)}$ l -го переменного актива на производство изделий i -й ТГИ на временном интервале t :

$$R_{i,l}^{(t)} = n_i^{(t)} * r_{i,l}, i = \underline{1}, \underline{I}; l = \underline{1}, \underline{L} \quad (9)$$

и совокупные затраты $\underline{R}_l^{(t)}$ актива по всем ТГИ:

$$\underline{R}_l^{(t)} = {}^{(t)} * \sum_{i=1}^I \frac{1}{i} * R_{i,l}^{(t)}, l = \underline{1}, \underline{L}. \quad (10)$$

Замечание 3. Если для некоторого l ($l = \underline{1}, \underline{L}$) $\underline{R}_l^{(t)} > l$, где l – объем (в стоимости выражении) l -го актива на временном промежутке, совпадающем по длительности с t , то следует за $\underline{R}_l^{(t)}$ принимать величину l .

За «ключевой» переменный актив операционного сегмента для временного интервала t ($t = \underline{1}, \underline{T}$) следует выбрать актив с индексом l^* такой, что:

$$\underline{R}_{l^*}^{(t)} = \underline{R}_l^{(t)}. \quad (11)$$

Замечание 4. Аналогично группе постоянных активов, если переменных активов, удовлетворяющих условию (11), несколько, то в качестве приоритетного следует выбрать актив с более высокой транзакционной специфичностью.

Аналогично процедуре определения коэффициентов рассогласованности производных мощностей ТГО, входящих в постоянные активы рабочего капитала операционного сегмента, по отношению к ведущей группы, задаваемой соотношением (7), определим коэффициенты рассогласованности ресурсного потенциала создания дополнительной экономической стоимости элементов переменных активов по отношению к ведущему элементу (на временном интервале t):

$$l^{(t)} = \frac{\underline{R}_l^{(t)}}{\underline{R}_{l^*}^{(t)}}, l = \underline{1}, \underline{L}. \quad (12)$$

При построении агрегированной по ресурсному потенциалу генерирования дополнительной экономической стоимости изделий, производимых

операционным сегментом, системы ограничений предлагается использовать следующий вектор объемов переменных активов:

$$\underline{l} = (\underline{l}_1^*, l_1^*, \underline{l}_2^*, l_2^*, \dots, \underline{l}_L^*, l_L^*), \quad (13)$$

где $\underline{l}_l = l_l^{(t)}, l = 1, L$.

Заключение и выводы

В статье предложен численный метод выбора «ключевых» в составе постоянных и переменных активов рабочего капитала производственной сферы серийного предприятия для последующего использования при построении системы агрегированных соответственно по производственно-технологической и ресурсной мощности ограничений в модели планирования и управления производственной программой в условиях многовариантности наборов выпуска. Агрегированный учет ограничений позволяет сократить размерность задачи математического программирования без потери качества получаемого решения и оценок ограничений по «критическим» ресурсам.

Список использованных источников

1. Ашманов С. А. *Линейное программирование* / С. А. Ашманов // М.: Наука, 1981. – 312 с.
2. Брыкин Ю. С. *Применение экономики – математических методов в планировании мелкосерийного и единичного производства* / Ю. С. Брыкин, В. Ю. Франчук // М.: Машиностроение, 1968. – 352 с.
3. Герасимов Н. И. *Планирование производственной программы машиностроительного предприятия* / Н. И. Герасимов // М.: Экономика, 1972. – 151 с.
4. Друри К. *Управленческий и производственный учет* / К. Друри // М.: Юнити, 2003. – 1412 с.
5. Интриллигатор М. *Математические методы оптимизации и экономическая теория [текст]* / М. Интриллигатор // М.: Айрис-пресс, 2002. – 576 с.
6. Мину М. *Математическое программирование: теория и алгоритмы* / М. Мину // М.: Наука, 1990. – 485 с.
7. *Организация производства и управление предприятием* / под ред. О. Г. Туровца // М.: ИНФРА – М, 2002. – 528 с.
8. Форкунов Н. П. *Моделирование производственной функции многономенклатурного предприятия по агрегированным данным о элементном составе постоянных и переменных активов в цехах основного производства* // Экономика строительства. – 2025. – № 4. – С. 542–546.

НАЦИОНАЛИЗМ КАК УГРОЗА ПЛАНЕТАРНОГО МАСШТАБА (НА ПРИМЕРЕ СОЕДИНЕННЫХ ШТАТОВ АМЕРИКИ)¹

Овчинников Олег Анатольевич

старший научный сотрудник

Центр исследования проблем безопасности Российской академии наук,

кандидат юридических наук, доцент

Институт права и национальной безопасности

РАНХиГС при Президенте Российской Федерации,

*Посвящается памяти друга
Тришкина Сергея Владимировича*

Аннотация. С использованием общих и специальных методов научного познания социальной, экономической, политической и правовой окружающей действительности рассматриваются основные формы проявления американского национализма; на основе проиллюстрированных примеров выделяются некоторые социально-экономические и политические последствия, возникающие в ряде стран мирового сообщества в результате преступно-паразитического поведения Америки, в лице ее ненасытных экономических и политических элит.

Ключевые слова: страна, государство, общество, мировое сообщество, США, Америка, американцы, доллар, национализм, НАТО.

Annotation. Using general and special methods of scientific knowledge of the social, economic, political and legal environment, the main forms of manifestation of American nationalism are considered; based on the illustrated examples, some socio-economic and political consequences arising in a number of countries of the

¹ Статья подготовлена в рамках реализации государственного задания «Комплексное исследование проблем общественной безопасности, как стратегического приоритета национальной безопасности Российской Федерации» (FFZ-2025–0001)

world community as a result of America's criminal and parasitic behavior in the face of its insatiable economic and political elites are highlighted.

Key words: *country, state, society, world community, USA, America, Americans, dollar, nationalism, NATO.*

Проблемы внутренней и внешней политики Соединенных Штатов Америки в современном мире на протяжении последних десятилетий вызывают повышенный интерес исследователей международных отношений.

Беспрецедентное усиление США после завершения «холодной войны», притязание американского руководства на глобальное лидерство их страны в построении постконфронтационного миропорядка, а также демонстративная решимость играть роль «мирового полицейского» со всей остротой ставят закономерный вопрос: какое влияние на международные отношения может иметь чрезмерная концентрация власти в руках одного государства¹.

Действительно, стремясь захватить «трон мирового правителя» и удержаться на нем, ряд американских президентов в процессе управления страной вносили свой вклад в достижение цели гегемонии США. Возьмем, к примеру, некоторых из них за последнюю четверть века.

Дж. Буш – «младший» (43 Президент США: январь 2001 года – январь 2009 года) – продвигал доктрину об отнесении США к числу «богоизбранных стран», поскольку именно им предназначено выполнение особой миссии в планетарных масштабах (примечание: в Америке на всем протяжении истории ее эволюционного развития было распространено убеждение, что их исторической «миссией является продвижение свободы или либеральной демократии по всему миру»);

Б. Обама (44 Президент США: январь 2009 года – январь 2017 года) – лоббировал тезис об «американской исключительности» как идейной основы Стратегии национальной безопасности США (в редакции 2015 года), (примечание: в этой Стратегии, подготовленной администрацией Б. Обамы за годы пребывания его у власти, делается основной упор на лидерство США, поскольку в контексте их роли во всем мире слова «вести», «лидер», «лидирующая» и «лидерство» упоминаются 94 раза²);

Д. Трамп (45 Президент США – первый срок: январь 2017 года – январь 2021 года) – отстаивая курс на нормализацию отношений с некоторыми развитыми странами, в том числе с Россией, придерживался мнения

¹ Богданов А. Н. Эволюция гегемонии: власть США в современном мире // Политическая экспертиза: ПОЛИТЭКС. 2013. № 1. С. 190.

² Васильев В. С. Эволюция концепции американской исключительности и роль США в мировом порядке // Перспективы. Электронный журнал. 2016. № 4. С. 65.

об «американской исключительности» (*примечание: положение об исключительности Америки в 2016 году вновь, как и в 2012 году, являлось краеугольным камнем предвыборной платформы Республиканской партии, где утверждалось: «Мы верим в американскую исключительность. Мы верим, что Соединенные Штаты Америки не похожи ни на одно другое государство на планете. Мы верим, что Америка является исключительной страной вследствие той роли, которую она играла в истории, – вначале как страна-убежище, затем как страна-защитница и, наконец, как образец свободы для всего остального мира»*);

Дж. Байден (46 Президент США: январь 2021 года – январь 2025 года) – находясь под гнетущим влиянием «алчных» американских политических и экономических элит, осознавая о возможном грядущем и неминуемом закате могущества Америки, был вынужден поддерживать тезис об «американской исключительности» (*примечание: в 2024 году в ходе одного из предвыборных мероприятий Дж. Байден заявил, что американцы – «критически важная нация», а выступая в Госдепартаменте с заключительным словом на тему внешней политики, подчеркнул, что США должны играть ключевую роль в формировании будущей мировой экономики*);

Д. Трамп (47 Президент США – второй срок: с января 2025 года по настоящее время) – реализует курс своих предшественников, навязывавших мировому сообществу идеи американского превосходства, однако уже с поправкой о необходимости возврата доминирования США в планетарном масштабе (*примечание: 15 ноября 2022 года Д. Трамп заявил, что выдвигает свою кандидатуру в президентской гонке 2024 года «чтобы вновь сделать Америку великой и прославленной»*).

Безусловно, на протяжении всей своей истории эволюционного развития, США – естественно в лице своих лидеров (*президентов*), в стремлении к мировой гегемонии, использовали небезызвестную экспансию стратегии, которая в широком смысле слова охватывает целый комплекс различных целей и инструментов, а именно – присоединение территорий и их хозяйственное освоение, колониальные захваты и переселенческая колонизация, создание военно-политических блоков и их расширение, обустройство буферных зон и «поясов безопасности», формирование сфер влияния и установление марионеточных режимов, экономическое проникновение и закабаление отдельных народов, экспорт идей, навязывание собственных ценностей и идеологии¹.

¹ Миньяр-Белоручев К. В. Территориальная экспансия и развитие США в XIX веке // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 41 (179). С. 123.

За примерами далеко ходить не приходится. Только за последнее время в погоне за удовлетворением своих имперских амбиций Америка пыталась захватить Панамский канал, Ормузский пролив, Канаду и Гренландию, ввела пошлины до 50 % и незаконные санкции для ряда зарубежных стран, похитила президента Венесуэлы Николаса Мадуро, ликвидировала Высшего руководителя Исламской Республики Иран аятоллы Сайеда Али Хосейни Хаменеи и так далее.

Как показывает исследование, достижение США статуса великой державы (*и тем более статуса сверхдержавы*) было бы невозможным без опоры на национальный фактор, который через призму экспансии породил целую теорию (*или гипотезу*) так называемой «американской исключительности» – это мировоззрение, которое основывается на утверждении, что Америка занимает особую роль среди других народов мирового сообщества с точки зрения своего национального духа, политических и религиозных институтов (*примечание: понятие «американская исключительность» вошло в научный обиход, начиная с 1630 года, когда вышла книга Джона Винтропа «Город на холме»¹*).

Однако основным триггером в этом аспекте, на наш взгляд, выступает истинная вера самих американцев, что они действительно являются самобытными, уникальными или более образцовыми по сравнению с другими людьми, проживающими на планете Земля, поскольку ценности, политическая система и само историческое развитие США уникальны в истории эволюции всего человечества, а это – предполагает наделение Америки исключительным правом на игру «особой» и «положительной» роли на мировой арене (!?).

Речь в данном случае идет об американском национализме, который с точки зрения философии определяется как форма гражданского, этнического, культурного и экономического влияния, обнаруженного в США и указываемого на аспекты, характеризующие и выгодно отличающие Америку от других стран мирового сообщества, как автономное политическое объединение².

Каждая из перечисленных его видов в сущности представляет собой самостоятельный способ самовыражения американской идентичности.

Можно сформулировать вывод, что гражданский американский национализм – это форма его проявления, складывающаяся из четырех типов американских националистов, включая группы, которые варьируются от самых маленьких до самых крупных:

«разобитенные националисты» – американцы, демонстрирующие низкую гордость за правительственные институты (*например, американская демократия; американская история; политическое влияние Америки во всем*

¹ Стивен Брукс. Понимание американской политики. М. 2009. С. 21.

² Мотыль А. Энциклопедия национализма / Академическая пресса. М. 2001. С. 16.

мировом пространстве), которые по сей день не полностью идентифицировали себя со Штатами;

«*религиозные или гражданские националисты*» – американцы, верящие в устоявшиеся либеральные американские ценности, гордящиеся достижениями США, достаточно тесно идентифицирующие себя со своей страной, которые испытывают наименьшие ограничения по отношению к истинным американцам;

«*ограничительные националисты*» – американцы, испытывающие низкий уровень гордости за Америку и ее институты, определяющие «истинного американца» явно «исключительно», идентифицирующие себя с США умеренно, придерживающиеся убеждений, которые руководствуются ограничительными определениями в отношении «истинных американцев»;

«*яркие националисты*» – американцы, тесно идентифицирующие себя с Америкой, очень гордящиеся своей страной и твердо ассоциирующие себя с факторами национального высокомерия, считающие, что «настоящий американец» должен говорить только по-английски и прожить в США большую часть своей жизни, и ко всему прочему убежденно полагающие, что евреи, мусульмане, агностики¹ и так называемые «натурализованные граждане» являются чем-то меньшим, чем истинные американцы.

Если учитывать последний тип американских националистов, то можно сформулировать определение понятия «американская исключительность» – как сложное социально-психологическое и одновременно рационально-иррациональное образование, являющееся внутренней убежденностью значительной группы граждан Америки в своем особом статусе, своей роли и правах по отношению к гражданам других стран, представителям других сообществ² – это, на наш взгляд, прямо ассоциируется с национализмом.

Об этом свидетельствуют результаты социологического исследования М. Кеммельмейера и Д. Винтера, опубликованные в статье «Сеем патриотизм, а пожинаем национализм? Последствия наблюдения американского флага», на основе которых можно прийти к выводу, что американский флаг, как наиболее часто демонстрируемый национальный символ в США, только

¹ Агностики – это те люди, которые считают, что некоторые вещи, особенно связанные с Богом или религией, нельзя знать наверняка; они не отрицают существование богов, но и не принимают их существование; приверженцы такой философской точки зрения занимают нейтральную позицию.

² Судаков С. С. Философская составляющая «американской исключительности» // Вестник Тверского государственного университета. Серия: «Философия». 2014. № 3. С. 191.

усиливает национализм, предполагаемый наличие обостренного чувства превосходства над другими национальностями (*народностями*)¹.

Следующей самостоятельной формой американского национализма выступает этнический фактор, который проявляется на протяжении всей истории эволюционного развития Америки, но в зависимости от ее периодов.

Например, первый Закон «О натурализации» 1790 года, принятый Конгрессом США и подписанный первым и единогласно избранным Президентом Америки Д. Вашингтоном, определял американскую идентичность и гражданство по расовому признаку, заявляя, что только «свободные белые люди с хорошим характером» могут стать гражданами Соединенных Штатов Америки, и отказывая в гражданстве порабощенным чернокожим людям и всем неевропейцам.

Как показывает проведенный анализ, такой избирательный подход к формированию населения страны по расовому признаку, обусловил возникновение негативных последствий, наблюдаемых в настоящее время в США, которые выражаются в росте числа «групп ненависти», объединяющих (*преимущественно*) белых расистов, националистов и супрематистов², провоцирующих в стране многочисленные конфликты на расовой почве.

Своего рода триггером нарастающих афроамериканских волнений стали выступать любые формы проявления неуважения к чернокожему населению Америки, представленному известными миру профессорами, общественными деятелями, государственными служащими, музыкантами и спортсменами, и уже давно ставшему частью американского образа жизни.

Достаточно вспомнить вышедший 2 января 2019 года документальный фильм, в котором знаменитый американский биолог Дж. Уотсон (*удостоен в 1962 году Нобелевской премии за открытие совместно с М. Уилкинсом структуры молекул ДНК*) заявил, что разница IQ у представителей европейской и негроидной рас обусловлена генами, и «белые люди определенно умнее черных».

Однако пиком социальной нетерпимости стало событие, произошедшее в конце мая 2020 года в г. Миннеаполис (*штат Миннесота*), положившее начало широкому движению афроамериканских масс «Black lives matter» (*«Жизни чернокожих имеют значение»*), которое угрожало перерасти

¹Чистовский Д. И., Барабанов Р. Е. Взаимосвязь символов, гражданской идентичности и патриотического воспитания // Вестник МИТУ-МАСИ. 2020. № 3. С. 62.

²Супрематисты – сторонники идеи о естественном превосходстве «белых» людей над другими расовыми группами, или концепции, опирающейся на «построения расовых теоретиков», согласно которых «белые» люди превосходят других людей по расовым особенностям.

в гражданскую войну по причине убийства полицейским чернокожего Джорджа Флойда.

Как следствие – подобное отношение к чернокожему населению США как к «недочеловекам» спровоцировало фундаментальные противоречия между американской и черной идентичностями, которые породили концепцию «нация в нации», где афроамериканцы могут быть систематизированы по трем группам:

«зрители» – это те чернокожие американские граждане, которые не ощущают связи с расой или нацией и часто придерживаются взгляда на Америку как на пострасовое, а точнее – меритократическое общество¹;

«сикофанты» («льстецы») – склонны к ассимиляции, часто подавляют свои эмоции, чтобы примкнуть к мейнстриму («популярному направлению»);

«разрушители» – тесно связаны с Америкой, но уже испытали на себе социальное неравенство и несправедливость: они не забыли свою Родину (Африку или Карибские острова), могут разделять философию радикализма и быть связаны с такими движениями, как «теология черного освобождения», «жизни чернокожих имеют значение» и «нация ислама»².

Стремятся отличиться США от других стран мирового сообщества и на основе культурного аспекта, который занимает среднюю позицию между этнической и гражданской формы проявления американского национализма.

Речь в данном случае идет о целой концепции, охватывающей социальное поведение американцев – это присущие им верования, искусство, знания, обычаи и приобретенные способности, которые в преобладающем большинстве случаев государством используются в целях идентификации граждан Америки, как исключительного слоя населения планеты Земля, превосходящего представителей других стран мирового сообщества по многим человеческим качествам.

К примеру, если взять религиозный фактор, то выясняется, что вера и политика в США неразрывно связаны друг с другом на протяжении всей истории эволюционного развития этой страны. Более того, религия в Америке является полноценным политическим игроком, влияя на процессы принятия политических решений, что обусловлено культурными основами американского общества – именно протестантская вера эпохи основателей наложила

¹ Меритократическое общество – это определенная форма правления, согласно которой высшие (главные) руководящие должности должны занимать наиболее способные (подготовленные) люди, причем независимо от их социального происхождения и финансового достатка.

² Горшков М. К., Баграмов Э. А. «Новый национализм» и проблема наций в трактовке американских социальных теоретиков // Вестник РУДН. Серия Социология. 2020. № 4. С. 743.

на современную политическую жизнь США отпечаток избранного народа – так называемых «миссионеров, способных изменить мир»¹.

Действительно, большинство исследователей склоняются к единому мнению о показательно высокой степени проникновения религии во многие области общественной, политической и культурной жизни Америки и ее системного влияния на формирование мировоззрения американцев².

Об этом свидетельствует состоявшийся 6 марта 2026 года ритуальный сбор в Овальном кабинете 20-ти религиозных лидеров со всей Америки, совершивших коллективную молитву о «ниспослании силы» президенту США Д. Трампу и защите для всех американских военнослужащих, участвующих в нанесении ударов по объектам на территории Ирана, которые приводят к их разрушениям и гибели гражданского населения (*примечание: ранее Д. Трамп подписал указы о создании Управления Белого дома по делам веры (White House Faith Office) и учреждении комиссия по вопросам религиозных свобод, целью которой является защита прав верующих и борьба с анти-христианской предвзятостью в федеральных ведомствах*)³.

Следующим примером служит искусство, а точнее – американский кинематограф, который при государственной поддержке буквально штампует фильмы, «заточенные» на систематическое внушение мировому зрителю идеи превосходства США над другими зарубежными странами.

Так, например, собственные жизненные наблюдения авторов свидетельствуют о наличии в некоторых известных фильмах ярко выраженных черт превосходства американской нации над другими национальными группами:

руководствуясь лозунгом «мы против них» практически в каждом фильме у Америки есть враг, с которым она сражается и, как правило, побеждает. При этом в качестве врага всегда выступает реальный исторический противник США (*СССР, Вьетнам, Ирак*) – в фильме «Рожденный четвертого

¹ Степанов А. В., Федорова Т. В. Значение протестантской церкви США в политической жизни государства // V Готлибовские чтения: востоковедение и регионоведение Азиатско-Тихоокеанского региона в русле трансдисциплинарной регионологии: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения Олега Марковича Готлиба (Иркутск, 19–21 октября 2021 года). Иркутск: Иркутский государственный университет. 2021. С. 362.

² См., например, Акопян К. В. Некоторые аспекты современной религиозной ситуации в США // Вестник ВолГ У. Серия 4. История. 2008. № 2. С. 148.

³ Пасторы совершили молитву в честь Трампа и ВС США в Овальном кабинете. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ria.ru/20260306/molitva-2078887717.html> (дата обращения: 06.03.2026).

июля» (1989 год) американская демократия выступает против коммунизма, «Первый мститель» (2011 год) – фашизма, «Операция Арго» (2012 год) США (Запад) – против Востока;

под различным предлогом в фильмах возникает дилемма – когда речь заходит об американском национализме и патриотизме, остается только два варианта: «спасти жизнь американцам» или «лишить жизни врага». Как, к примеру, в фильме «Спасти рядового Райана» (1998 год), где ставится вопрос: спасти жизнь американцу или лишить жизни врагов;

в преобладающем большинстве фильмов происходит своего рода утверждение американской сверхдержавы, которой все восхищаются, как это продемонстрировано в фильме «Рокки 4» (1985 год), где советского боксера Ивана Драго побеждает американский боксер «Рокки».

Наконец, остановимся на патологическом стремлении американского кинематографа к созданию образа «злодеев из России»: в 2014 году одна за другой выходят три картины – «Великий уравнитель», «Джон Уик» и «Человек ноября», в которых злодеями были бессердечные русские гангстеры; в 2019 году – фильм «Хелбой. Парень из ада», который вызывает удивление и недоумение: Вторая Мировая Война, нацисты занимаются оккультными тайными экспериментами, Григорий Распутин пытается помочь фашистам и призвать на помощь монстров, чтобы переломить ход войны.

Список подобных тематических американских фильмов можно продолжить, однако становится ясно одно – в массовой культуре, особенно в американских фильмах, формирование привлекательного образа США в глобальном общественном сознании, распространение представлений (*зачастую – идеализированных*) об американском образе жизни и системе ценностей – это инструмент, который американское правительство использует для мобилизации ресурсов «мягкой силы» в целях поддержания международного имиджа США и укрепления их позиции в качестве мировой сверхдержавы – «гегемона».

Таким образом, проиллюстрированные автором настоящей публикации факты свидетельствуют о паталогически-параноидальном стремлении Америки к постоянному увеличению своей самодостаточности, мотивированным желанием занять и упрочить лидирующие позиции в мировой экономике, для причисления себя к элитному государству планетарного масштаба, но без достаточных на то исторических, политических и правовых оснований.

Руководствуясь идеями выполнения особой миссии на планете Земля за счет своей псевдо исключительности – ложной уникальности, США на протяжении всего своего эволюционного развития прибегают к агрессивной внешней государственной политике, жестко защищают национальные геополитические интересы и пытаются укрепить свое влияние во всех регионах и доминировать на мировой арене в качестве страны-гегемона – *это*

доказательства преступного и безответственного поведения Америки, представляющей собой наибольшую угрозу миру и международной безопасности.

Итог: обращаю внимание оппонентов и критиков, что содержащиеся в работе выводы, безусловно, не являются истиной в последней инстанции и, тем более – бесспорными.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. Акопян К. В. Некоторые аспекты современной религиозной ситуации в США // Вестник ВолГУ. Серия 4. История. 2008. № 2. С. 148–154.
2. Богданов А. Н. Эволюция гегемонии: власть США в современном мире // Политическая экспертиза: ПОЛИТЭК. 2013. № 1. С. 190–197.
3. Васильев В. С. Эволюция концепции американской исключительности и роль США в мировом порядке // Перспективы. Электронный журнал. 2016. № 4. С. 56–70.
4. Горшков М. К., Баграмов Э. А. «Новый национализм» и проблема наций в трактовке американских социальных теоретиков // Вестник РУДН. Серия Социология. 2020. № 4. С. 733–751.
5. Миньяр-Белоручев К. В. Территориальная экспансия и развитие США в XIX веке // Вестник Челябинского государственного университета. 2009. № 41 (179). С. 123–132.
6. Мотыль А. Энциклопедия национализма / Академическая пресса. М. 2001. 1529 с.
7. Пасторы совершили молитву в честь Трампа и ВС США в Овальном кабинете. [Электронный ресурс] – Режим доступа: <https://ria.ru/20260306/molitva-2078887717.html> (дата обращения: 06.03.2026).
8. Степанов А. В., Федорова Т. В. Значение протестантской церкви США в политической жизни государства // V Готлибовские чтения: востоковедение и регионоведение Азиатско-Тихоокеанского региона в русле трансдисциплинарной регионологии: Материалы Международной научно-практической конференции, посвященной 70-летию со дня рождения Олега Марковича Готлиба (Иркутск, 19–21 октября 2021 года). Иркутск: Иркутский государственный университет. 2021. С. 361–366.
9. Стивен Брукс. Понимание американской политики. М. 2009. 324 с.
10. Судаков С. С. Философская составляющая «американской исключительности» // Вестник Тверского государственного университета. Серия: «Философия». 2014. № 3. С. 186–193.
11. Чистовский Д. И., Барабанов Р. Е. Взаимосвязь символов, гражданской идентичности и патриотического воспитания // Вестник МИТУ-МАСИ. 2020. № 3. С. 62–64.

ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ БАЗА РЕПРЕССИВНОЙ ПОЛИТИКИ В ОТНОШЕНИИ ПОЛИТИЧЕСКИХ ПРЕСТУПНИКОВ И ЗАКЛЮЧЁННЫХ

Леушканова София Михайловна

студент

Оренбургский государственный педагогический университет

***Аннотация.** Работа посвящена анализу законодательной базы репрессивной политики в отношении политических преступников и заключённых в Российской империи во второй половине XIX – начале XX века. На основе источников (Уложение о наказаниях 1845/1885 гг., Уголовное Уложение 1903 г., уставы, инструкции, циркуляры ГТУ) и научной литературы рассматривается эволюция понятия «политическое преступление», система наказаний за него, а также развитие пенитенциарных норм для содержания политических арестантов. Делается вывод о расхождении между ужесточением уголовной ответственности и фрагментарностью тюремного законодательства, что приводило к фактической зависимости условий содержания от местной администрации. Отмечается двойственный правовой статус политических преступников, формально не отделённых от уголовников, но находившихся под особым надзором государства. Работа показывает, что карательная политика самодержавия последовательно ужесточалась в ответ на рост революционного движения, а ключевым инструментом социального подавления стало лишение прав состояния.*

Понятие «политическое преступление» на разных этапах развития Российского государства имело разное содержание, определяемое не только различными экономическими, культурными и социально-политическими факторами, но и, в первую очередь, официально принятой действующей властью политической доктриной. Под политическим (государственным) преступлением во второй половине XIX начале XX веков необходимо понимать запрещённое законом деяние, представляющее опасность для существующего государственного строя и порядка управления и трактуемое верховной властью как деяние, совершенное по политическим мотивам. Концептуализация понятия «политическое преступление» в научной среде

в России началась со второй половины XIX в. До этого периода указанное понятие практически не использовалось.

В энциклопедическом словаре Брокгауза и Ефрона были использованы два подхода к определению этого термина. В широком смысле: государственные (политические) преступления понимались как совокупность преступных деяний, направленных против государства как политического целого. В узком смысле – преступные деяния, предметом которых являются публичные, государственные права¹.

В законодательстве исследуемого периода вплоть до 1904 г. эта категория обозначалась как «преступления и проступки против порядка управления».

Приход к власти Александра II, начало проведения либеральных реформ, последующие модернизационные процессы привели, в том числе, к росту всех форм преступности, включая политическую. В силу важности объекта, на который они были направлены, политические преступления традиционно занимали особое положение по наказуемости. За их совершение законодательствами различных стран всегда были предусмотрены наиболее тяжкие наказания, включая смертную казнь. Российская государственная система использовала различные репрессивные инструменты: ссылку, каторгу, смертную казнь, полицейский надзор, цензуру, ограничение в правах.

До 1904 года основным кодифицированным актом в сфере уголовного права было «Уложение о наказаниях уголовных и исправительных» 1845 года.

Уложение о наказаниях уголовных и исправительных 1845 г. переиздавалось за период с конца XIX – начала XX в. несколько раз. Проект «Уложения о наказаниях уголовных и исправительных» и объяснительная записка к нему были готовы к 1844 г. После рассмотрения проекта в Государственном Совете он был утвержден Императором Николаем I 15 августа 1845 г. и введен в действие с 1 мая 1846 г.

Все составы преступлений политического содержания были сосредоточены в Разделе третьем «О преступлениях государственных», который включал в себя три главы². Среди всех составов преступлений самым тяжким преступлением было посягательство на жизнь и власть императора (ст. 242 и 243 Уложения о наказаниях). Это могло быть не только физическое действие, но и обозначившееся намерение в устной или письменной форме. То же наказание ждало и всех соучастников, а также тех, кто, зная о злом умысле и имея возможность донести об этом правительству, не сделали этого. Таким образом, обнаружение умысла приравнивалось по тяжести наказания к совершенному преступлению.

¹ Брокгауз Ф. А., Ефрон И. А. Политические преступления // Энциклопедический словарь. 1898. Т. XXIV. С. 315–317.

² Уложение о наказаниях уголовных и исправительных 1885 года. СПб., 1885. С. 87–89

Другая группа преступлений не была связана с преступлениями, причинявшими непосредственно вред жизни и здоровью императора, но наносила «моральный» ущерб императору и его имиджу. К таким действиям Уложение относило: создание и распространение изображений, порочащих честь и достоинства императора, выражающих неуважение к власти (наказание – каторжная ссылка от 10 до 12 лет); хранение без разрешения властей подобных материалов (арест от 7 дней до 3 месяцев, затем полицейский надзор от 1 года до 3 лет), оскорбление монарха, осквернение его изображений, бюстов (предусматривалось наказание в виде лишения всех прав состояния, ссылка на каторжную работу на заводах на срок от 6 до 8 лет), свидетелям совершенного преступления, но не донесшим властям, полагалось наказание в виде ареста от трёх недель до трёх месяцев¹.

Примечательно, что ответственность за оскорбление монарха в состоянии алкогольного опьянения каралась помещением в смиренный дом от 4 до 8 месяцев. Также отдельной статьёй выделяются преступления против чести членов императорского дома в виде хранения уничижающих изображений, оскорбительных выражений с уже упоминавшимися ранее санкциями.

Во второй главе «О бунте против власти верховной и государственной измене» были сосредоточены преступления, которые посягали на внутреннее бытие государства. За бунт против власти (понятие бунта рассматривалось как восстание «скопом» и заговором против государя и государства) предусматривалось лишение всех прав состояния и смертная казнь. То же наказание было предусмотрено за соучастие, подстрекательство, недонесение. Если же преступление не состоялось ввиду заблаговременных действий правительства, то вместо смертной казни следовало лишение всех прав состояния и ссылка на каторгу в рудники от 12 до 15 лет (или в крепость на время от 10 до 12 лет)². Также в зависимости от тяжести обстоятельств было предусмотрено применение телесных наказаний. Создание и распространение материалов, пропагандирующих бунт или несогласие с властью карались лишением всех прав состояния и ссылкой (каторжные работы в крепости от 8 до 10 лет), а также удары плетью. Статья 273 предполагала наличие вины в форме умысла и неосторожности в распространении материалов, однако наказание предполагало одинаковое.

К данной категории преступлений относилось публичное выступление с противогосударственными идеями. К ним применялось наказание как за возбуждение бунта. В отдельную статью политических преступлений выделялось

¹ Уложение о наказаниях уголовных и исправительных 1885 года. СПб., 1885. С. 87–89

² Уложение о наказаниях уголовных и исправительных 1885 года. СПб., 1885. С. 90–91

составление, распространение материалов без непосредственного побуждения к свержению власти. Ответственность за правонарушения, рассмотренные в статье 274 – лишение всех прав состояния, ссылка на каторжные работы на заводах от 4 до 6 лет, а также телесные наказания.

Составители материалов, вина которых не была доказана, приговаривались как за преступный умысел. Имевшие у себя такие сочинения должны были подтвердить разрешение от властей на хранение, в противном случае – арест на время от 7 дней до 3 месяцев, а после исполнения – политический надзор.

Таким образом, смертная казнь как ведущая форма наказания была в основном закреплена в первой главе третьего раздела Уложения. В отношении преступлений, закрепленных во второй главе раздела применялись, в основном, телесные наказания, клеймение, каторга, полицейский надзор, что позволяет предположить, что эти деяния квалифицировались властями как менее тяжкие.

Начиная с 1904 г. на государственные преступления было распространено действие нового «Уголовного Уложения» (высочайше утверждено 22 марта 1903 г.). Новый уголовный закон хоть и не выделял государственные преступления в отдельный раздел, тем не менее, уточнил старые формулировки и пополнил перечень относящихся сюда противоправных деяний. В частности были введены в действие новые статьи о бунте против верховной власти, о государственной измене и о смуте. Бунт против верховной власти подразумевал любое действие, направленное на изменение в России или в какой-либо ее части существующего образа правления, а также на отторжение от нее тех или иных территорий. Понятие смуты охватывало следующие формы преступного деяния: участие в скопище (демонстрации, митинге, забастовке) и запрещенном сообществе (имеющем целью изменить в стране образ правления или совершить преступление против Особы Императора), а также проявление неуважения к действующей власти, публичные призывы к ниспровержению существующего строя и пр. (гл.гл. 3 и 5 Угол. Улож.)¹.

Отдельную угрозу для общества и государства представлял политический терроризм, который был направлен против государственных деятелей и высокопоставленных чиновников. Однако российское уголовное законодательство специального наказания за терроризм не предусматривало, а деяние квалифицировалось как преступление против жизни и здоровья частных лиц. В начале XX века ситуация мало изменилась, лишь наказания за терроризм стали значительно жестче (особенно в связи с деятельностью военных судов). Всего же «с 1901 по 1911 ее боевики совершили 263 теракта, жертвами которых стали

¹ Шебалков С. В. Специфика политических преступлений в Российской империи в конце XIX – начале XX вв. и система наказаний за их совершение // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 465–469.

2 министра, 33 генерал-губернатора, губернатора и вице-губернатора, 16 градоначальников, полицмейстеров, прокуроров, 7 генералов и адмиралов»¹.

Таким образом, система наказаний за политические преступления, в зависимости от тяжести совершенного преступного деяния, включала в себя широкий арсенал карательных мер. Так по Уголовному Уложению 1903 г. смертная казнь через повешение полагалась за наиболее тяжкие преступления, среди которых покушение на жизнь императора или члена императорской семьи, бунт против верховной власти, некоторые виды государственной измены. Следующими по тяжести видами уголовного наказания после смертной казни были ссылка на каторжные работы, назначаемая или без срока, или на срок от 4 до 15 лет, и ссылка на поселение, назначаемая бессрочно. Наиболее употребительными были другие формы наказания: заключение в исправительном доме (от 1 года и 6 месяцев до 6 лет), крепости (от 2 недель до 6 лет) и тюрьме (от 2 недель до 1 года). За наименее важные преступные деяния полагался арест (от 1 дня до 6 месяцев). Важнейшим дополнением к основному наказанию было лишение прав состояния. Оно ставилось в зависимость от рода главного наказания и влекло за собой потерю дворянства, духовного сана, а также всех прав и преимуществ, принадлежавших каждому сословию в особенности. Лишению прав состояния подлежали политические преступники, приговоренные к смертной казни, каторге или ссылке на поселение, а также к заключению в исправительном доме. Кроме того, приговор к наказаниям первых трех степеней тяжести автоматически означал для осужденного потерю имущественных, политических, наследственных и семейных прав (ст. 29–30 Угол. Улож.)².

Кроме уголовного законодательства, во второй половине XIX – начале XX веков формируется уголовно-исполнительное законодательство в отношении политических арестантов.

Пенитенциарное законодательство Российской империи предусматривало выполнение двух основных функций: карательной и исправительной.

Система актов пенитенциарного законодательства, сложившаяся к середине XIX в., включала Уставы о содержащихся под стражей и о ссыльных, а также «Инструкцию смотрителю губернского тюремного замка». Специальных указаний о политических арестантах эти акты не содержали. Впервые нормы по содержанию политических преступников появляются в местных тюремных

¹ Упоров И. В. Пенитенциарная политика России в XVIII–XX вв.: историко-правовой анализ тенденций развития. СПб.: Юрид. центр Пресс, 2004. С. 345.

² Шебалков, С. В. Специфика политических преступлений в Российской империи в конце XIX – начале XX вв. и система наказаний за их совершение // Молодой ученый. 2013. № 4. С. 465–469.

инструкциях, в частности, в «Инструкции для временного содержания политических арестантов в Московской центральной пересыльной тюрьме» (1881 г.) и в «Инструкции по управлению Шлиссельбургской тюрьмой» (1884 г.)¹. Некоторые вопросы содержания «политиков» регламентировались циркулярами ГТУ, исполнение которых всецело зависело от местных условий.

В 1886 году и в 1904 году принимаются общеимперские «Правила» о порядке содержания под стражей политических арестантов. Они регламентировали широкий круг вопросов тюремной жизни.

«Устав о содержащихся под стражей 1890 г.» закреплял изоляцию политических заключённых, а также устанавливали сословное разделение при содержании политических заключённых (из привилегированных сословий размещались отдельно от крестьян и мещан).

«Политиков» предписывалось содержать под бдительным надзором, отдельно от остальной части тюремного контингента. Наиболее мягкий режим устанавливался для лиц, состоящих под следствием и отбывающих административное наказание. Сказанное было закреплено циркуляром ГТУ № 17 от 20 июля 1907 г., который предписывал считать политическими лишь арестантов, состоящих под следствием и судом.

Наиболее тяжелым было положение политических каторжников². На практике каторжные работы для «политиков» становились простым длительным заключением в тюрьмах с очень жестким режимом. Из тюрем европейской России политкаторжане, как правило, не выходили в «вольную команду». Все каторжане содержались в кандалах и подвергались телесным наказаниям за проступки.

Таким образом, законодательство о политических преступниках в изучаемый период развивалось по двум основным линиям. Во-первых, уголовное право последовательно расширяло перечень деяний, квалифицируемых как политические, и ужесточало наказания за них, что отражало стремление власти подавить любое инакомыслие. Во-вторых, пенитенциарное законодательство, напротив, развивалось медленно и фрагментарно, так и не создав единой системы правил содержания политических заключённых. Это противоречие между суровостью приговоров и отсутствием чёткой регламентации тюремного быта порождало ситуацию, при которой реальные условия содержания «политиков» определялись не столько законом, сколько волей местной администрации и конкретного начальника тюрьмы. В конечном счёте, политические

¹ Алексеев В. И. Тюремная реформа в России 1879 года. М.: Компания Спутник+. 2004. С. 127.

² Гернет М. Н. История царской тюрьмы: в 5 т. М.: Государственное издательство юридической литературы. 1961. Т. 3. С. 310.

преступники в Российской империи не были чётко отделены от уголовных преступников юридически, но обладали особым правовым статусом, что делало их положение двойственным: формально подчинёнными общим нормам, но фактически объектами особого внимания и репрессий со стороны государства. Эволюция законодательства демонстрирует последовательное ужесточение карательной политики самодержавия в ответ на рост революционного движения. Если Уложение о наказаниях 1845 г. предусматривало за бунт против власти смертную казнь, а за менее тяжкие деяния – телесные наказания, клеймение и каторгу, то к началу XX века арсенал карательных мер расширился и дифференцировался: от смертной казни через повешение до ссылки на поселение и краткосрочного ареста. Важнейшим дополнением к основному наказанию стало лишение прав состояния, которое фактически означало социальную смерть осуждённого¹.

Список источников и литературы

Источники

1. Брокгауз, А., Ефрон, И. А. *Политические преступления* / А. Брокгауз, И. А. Ефрон // *Энциклопедический словарь*. – 1898. – 317 с.
2. *Уголовное уложение, высочайше утвержденное 22 марта 1903 г.* – СПб., 1903. – 120 с.
3. *Уложение о наказаниях уголовных и исправительных 1885 года*. – СПб.: Типография Второго отделения Собственной Его Императорского Величества канцелярии, 1885. – 980 с.
4. *Устав о содержащихся под стражей*. – СПб., 1890. – 400 с.

Литература

1. Алексеев, В. И. *Тюремная реформа в России 1879 года* / В. И. Алексеев. – М.: Компания Спутник+, 2004. – 554 с.
2. Гернет, М. Н. *История царской тюрьмы: в 5 т.* / М. Н. Гернет. – М.: Издательство юридической литературы, 1960–1963. – Т. 3. – 368 с.
3. Упоров, И. В. *Пенитенциарная политика России в XVIII–XX вв.: историко-правовой анализ тенденций развития* / И. В. Упоров. – СПб.: Юридический центр Пресс, 2004. – 345 с.

¹ Шебалков С. В. Специфика политических преступлений в Российской империи в конце XIX – начале XX вв. и система наказаний за их совершение // *Молодой ученый*. 2013. № 4. С. 465–469.

DOI 10.34660/INF.2026.55.42.075

КОНЦЕПЦИЯ ЗАКОННЫХ ОЖИДАНИЙ В СПОРАХ О ЗАЩИТЕ ПРАВ ИНОСТРАННОГО ИНВЕСТОРА

Кушнир Жанна Михайловна

Санкт-Петербургский государственный экономический университет

Аннотация. Актуальность темы статьи обусловлена необходимостью исследования концепции законных ожиданий в спорах о защите прав инвестора, поскольку, несмотря на активное использование инвесторами данного механизма защиты и его применение международными арбитражами по спорам между иностранными инвесторами и принимающими государствами, в настоящее время конкретного определения термина «законные ожидания» не выработано.

Предметом статьи выступает анализ практики международных инвестиционных арбитражей в части раскрытия содержания понятия «законные ожидания инвестора».

Целью статьи является анализ понятия «законные ожидания» и условий возникновения законных ожиданий как одного из оснований для предъявления со стороны инвестора требований к принимающему государству в защиту своих интересов.

Методологию данной работы составили формально-юридический, сравнительный и аналитический методы.

Результатами исследования являются выводы о том, насколько эффективен принцип разумных и законных ожиданий в качестве правового основания для предъявления инвестором требований к принимающему государству, каковы риски, которые могут возникнуть при его широком применении, каковы условия, при которых применение принципа разумных и законных ожиданий инвестора возможно, и может ли концепция законных ожиданий обеспечить справедливый баланс между правами инвестора и принимающего государства.

Ключевые слова: международный инвестиционный арбитраж; концепция разумных и законных ожиданий; иностранный инвестор; инвестиции; принимающее государство

Одним из основных факторов развития инвестиционных отношений является стабильность и предсказуемость правовой среды принимающего государства. Уже на стадии принятия решения об осуществлении инвестиций иностранный инвестор заинтересован в том, чтобы принимающее государство гарантировало, что изменения в законодательстве не повлияют на рентабельность инвестиций и не причинят инвестору ущерб. Гарантии государства, принимающего инвестиции, порождают у инвестора законные ожидания, в основе которых лежит стандарт справедливого и равного обращения с иностранным инвестором со стороны принимающего государства.

Концепция законных ожиданий инвестора (используется также термин «разумных и законных ожиданий» или «базовых ожиданий») обсуждалась в процессе многих арбитражных разбирательств, в связи с чем актуальными являются анализ и оценка принципа законных ожиданий, исследование эффективности этого принципа в качестве правового основания для предъявления инвестором исковых требований и связь с другими принципами, вытекающими из стандарта справедливого и равноправного обращения, такими, как, например, принцип экономического равновесия или гарантия стабильной правовой базы; исследование вопросов о юридической силе аргументов при требованиях компенсации за потерю или снижение доходности инвестиций, понимаемых как причиненный инвесторам ущерб; влияния на факторы риска, являющегося составляющей любой инвестиционной деятельности; потенциального воздействия доктрины законных ожиданий на политику и, как следствие, на суверенитет принимающего государства.

Практика рассмотрения споров инвестиционными арбитражами свидетельствует об активном использовании иностранными инвесторами такого механизма защиты как институт «законных ожиданий».

Первыми арбитражными решениями, в которых трибуналы прямо ссылались на законные ожидания, были приняты по делам *Técnicas Medioambientales Tecmed, SA* против Мексиканских Соединенных Штатов (дело МЦУИС № ARB(AF)/00/2, 29.05.2003 г.) и *International Thunderbird Gaming Corporation* против Мексиканских Соединенных Штатов (решение от 26 января 2006 г.).

Впервые определение понятия «законные ожидания» дано в арбитражном решении по делу *Técnicas Medioambientales Tecmed, SA* против Мексиканских Соединенных Штатов (дело МЦУИС № ARB(AF)/00/2, 29.05.2003 г.), сформулированное как требование от принимающего государства в соответствии с принципом добросовестности, установленным международным правом, «предоставлять международным инвестициям режим, который не влияет на основные ожидания, которые были приняты во внимание иностранным инвестором при осуществлении инвестиций. Иностранный инвестор ожидает, что принимающее государство будет действовать последовательно, без

двусмысленности и полностью прозрачно в своих отношениях с иностранным инвестором, так, чтобы инвестор мог заранее знать все правила и положения, которые будут регулировать его инвестиции, а также цели соответствующей политики и административной практики или директив, чтобы иметь возможность планировать свои инвестиции и соблюдать такие правила. Действия государства, соответствующие таким критериям, должны относиться не только к изданным руководящим принципам, директивам, требованиям или резолюциям, одобренным в соответствии с ними, но и к целям, лежащим в основе таких правил. Иностранный инвестор также ожидает, что принимающее государство будет действовать последовательно, т.е. без произвольной отмены любых ранее существовавших решений или разрешений, выданных государством, на которые инвестор полагался при принятии своих обязательств, а также при планировании и запуске своей коммерческой и деловой деятельности. Инвестор также ожидает, что государство будет использовать правовые инструменты, регулирующие действия инвестора или инвестиции, в соответствии с функцией, обычно приписываемой таким инструментам, и не лишать инвестора его инвестиций без требуемой компенсации¹.»

В решении по делу *International Thunderbird Gaming Corporation* против Мексиканских Соединенных Штатов (решение от 26 января 2006 г., п. 147) трибунал, ссылаясь на арбитражную практику по инвестиционным спорам и принцип добросовестности в международном обычном праве, указал, что «...концепция «законных ожиданий» относится, в контексте структуры НАФТА², к ситуации, когда поведение Договаривающейся стороны создает разумные и оправданные ожидания со стороны инвестора (или инвестиций) действовать в расчете на такое поведение, что невыполнение участником НАФТА этих ожиданий может привести к тому, что инвестор (или инвестиции) понесут убытки³.»

Доктрина законных ожиданий развилась как подкатегория стандарта справедливого и равноправного обращения. Согласно нормам

¹ Técnicas Medioambientales Tecmed, SA против Мексиканских Соединенных Штатов, дело МЦУИС № ARB(AF)/00/2 от 29.05.2003 г. URL: <https://jsumundi.com/en/document/decision/en-tecnicas-medioambientales-tecmed-v-united-mexican-states-arbitral-award-thursday-29th-may-2003>, п. 154 (дата обращения 15.05.2026 г.)

² 5 НАФТА (англ.: NAFTA) – Североамериканское соглашение о свободной торговле (North-American Free Trade Agreement). URL: http://www.naftanow.org/agreement/default_en.asp (дата обращения 15.05.2026 г.)

³ *International Thunderbird Gaming Corporation* против Мексиканских Соединенных Штатов, (решение от 26 января 2006 г., п. 147). URL: <https://jsumundi.com/en/document/decision/en-international-thunderbird-gaming-corporation-v-the-united-mexican-states-arbitral-award-thursday-26th-january-2006> (дата обращения 15.05.2026 г.)

международного права принцип законных ожиданий следует из стандарта справедливого и равноправного обращения.

Большинство международных инвестиционных соглашений, в том числе двусторонних инвестиционных договоров (ДИД), включают в условия стандарт справедливого и равноправного обращения. И хотя в инвестиционных договорах прямо не содержится условие защиты законных ожиданий инвестора, в решениях арбитража принцип законных ожиданий неоднократно определялся как существенный элемент и ключевая часть стандарта справедливого и равноправного обращения. Так, в деле *Saluka Investments BV* против Чешской Республики (дело PCA № 2001–04) трибунал указал: «Стандарт справедливого и равноправного обращения... тесно связан с понятием законных ожиданий, являющимися доминирующим элементом этого стандарта. В силу стандарта справедливого и равноправного обращения... Чешская Республика должна рассматриваться как взявшая на себя обязательство обращаться с иностранными инвесторами таким образом, чтобы избежать разочарования законных и разумных ожиданий инвесторов. Как заявил трибунал в деле *Tecmed*, обязательство обеспечить «справедливое и равноправное обращение» означает: предоставлять международным инвестициям режим, не влияющий на основные ожидания, которые были приняты во внимание иностранным инвестором при осуществлении инвестиций¹.» Аналогичный вывод содержит решение трибунала в деле *EDF (Services) Limited* против Республики Румыния (дело МЦУИС № ARB/05/13): «Трибунал разделяет мнение, высказанное другими трибуналами, что одним из основных компонентов стандарта справедливого и равноправного обращения являются законные и разумные ожидания сторон в отношении сделанных ими инвестиций².»

Стандарт справедливого и равноправного обращения не имеет единообразной формулировки и не содержит исчерпывающий перечень мер, которые считаются нарушением стандарта, в связи с чем трибуналы указывали на неустоявшийся характер стандарта справедливого и равноправного обращения и на то обстоятельство, что его формулировка влияет на его значение и толкование³.

¹ *Saluka Investments BV* против Чешской Республики (дело PCA № 2001–04, п. 302). URL: <https://jsumundi.com/en/document/decision/en-saluka-investments-bv-v-the-czech-republic-partial-award-friday-17th-march-2006> (дата обращения 15.05.2026 г.)

² *EDF (Services) Limited* против Республики Румыния (дело МЦУИС № ARB/05/13, п. 216) URL: <https://jsumundi.com/en/document/decision/en-edf-services-limited-v-republic-of-romania-award-thursday-8th-october-2009> (дата обращения 16.05.2026 г.)

³ *EDF (Services) Limited* против Республики Румыния (дело МЦУИС № ARB/05/13, п. 215) URL: <https://jsumundi.com/en/document/decision/en-edf-services-limited-v-republic-of-romania-award-thursday-8th-october-2009> (дата обращения 16.05.2026 г.)

Как правило, трибуналы при определении значения стандарта справедливого и равноправного обращения руководствуются статьей 31 Венской конвенции о праве международных договоров (принята 23 мая 1969 г.), в соответствии с положениями которой «договор должен толковаться добросовестно в соответствии с обычным значением, которое следует придать терминам договора в их контексте, а также в свете объекта и целей договора¹», включая преамбулу и приложения.

Соблюдая баланс интересов инвесторов и государства, трибуналы определяют ряд идентичных ситуаций, в которых поведение государства признается как нарушающее стандарт справедливого и равноправного обращения, среди которых выделены такие ситуации, как: несоблюдение государством обязательства по охране и защите инвестиций; отказ в надлежащей правовой процедуре или отказ в доступе к правосудию; непредоставление иностранным инвестициям режима, влияющего на основные ожидания инвестора, на который он рассчитывал на момент осуществления инвестиций, и/или несоблюдение такого режима; принудительные меры и/или преследование со стороны органов принимающего государства; неспособность обеспечить стабильную и предсказуемую правовую базу; неосновательное обогащение; недобросовестность (при этом некоторые трибуналы отметили, что недобросовестность сама по себе не является обязательным условием для доказательства нарушения государством стандарта справедливого и равноправного обращения); отсутствие прозрачности, двусмысленность, непоследовательность, выраженная, в частности, в произвольной отмене принятых ранее решений или разрешений, выданных государством, на которые инвестор полагался при принятии своих обязательств, а также при планировании и осуществлении инвестиционной деятельности; коррупция, произвол и дискриминация.

Хотя обстоятельства каждого конкретного дела и оцениваются трибуналами в их совокупности, можно выделить общие ситуации, признаваемые трибуналами в качестве оснований для законных ожиданий: юридические права, основанные на договорах и иных соглашениях между государствами и инвесторами; официальные и неофициальные действия и публичные заявления должностных лиц, действующих от имени государства; законодательство, действующее в принимающем государстве на момент инвестирования; обязательство государства поддерживать стабильную и предсказуемую нормативную базу.

¹ Венская конвенция о праве международных договоров (принята 23 мая 1969 г.), ст. 31. URL: https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conventions/law_treaties.shtml (дата обращения 15.05.2026 г.)

Как указано в решении трибунала по делу Continental Casualty Company против Аргентинской Республики (дело МЦУИС № ARB/03/9), «...справедливый и равноправный стандарт направлен на обеспечение того, чтобы нормальное законопослушное ведение деловой активности иностранным инвестором не было затруднено без веских причин принимающим правительством и другими властями¹.»

Тем не менее, некоторые трибуналы указывают, что обязанность принимающего государства поддерживать стабильную законодательную базу не является абсолютной, и что сама по себе идея о том, что законные ожидания, и, следовательно, стандарт справедливого и равноправного обращения по умолчанию подразумевают стабильность правовой и деловой структуры, может быть неверной, поскольку при слишком широкой и неквалифицированной формулировке стандарт справедливого и равноправного обращения может означать фактическую приостановку правового регулирования экономической деятельности, в отличие от обычных регулирующих полномочий государства и эволюционного характера экономической жизни. «За исключением случаев, когда государство дает инвестору конкретные обещания или представления, последний не может полагаться на двусторонний инвестиционный договор как на своего рода страховой полис против риска любых изменений в правовой и экономической структуре принимающего государства. Такое ожидание не было бы ни законным, ни разумным².»

Так, в деле Parkerings-Compagniet AS против Литовской Республики (дело МЦУИС № ARB/05/8) трибунал указал, что «...неоспоримым правом и привилегией каждого штата (государства) является осуществление его суверенной законодательной власти. Государство имеет право принимать, изменять или отменять закон по своему усмотрению. За исключением наличия соглашения в форме стабилизационной оговорки или иным образом, нет ничего предосудительного в поправке, внесенной в нормативную базу, существовавшую на момент инвестирования инвестором. По сути, любой бизнесмен или инвестор знает, что законы будут со временем меняться. Однако штату запрещается действовать необоснованно или несправедливо при осуществлении своей законодательной власти. ...Инвестор будет иметь право

¹ Continental Casualty Company против Аргентинской Республики (дело МЦУИС № ARB/03/9, п. 254) URL: <https://jusmundi.com/en/document/decision/en-continental-casualty-company-v-argentine-republic-award-friday-5th-september-2008> (дата обращения: 17.05.2026 г.)

² EDF (Services) Limited против Республики Румыния (дело МЦУИС № ARB/05/13, п. 217) URL: <https://jusmundi.com/en/document/decision/en-edf-services-limited-v-republic-of-romania-award-thursday-8th-october-2009> (дата обращения 16.05.2026 г.)

на защиту своих законных ожиданий при условии, что он проявил должную осмотрительность, и что его законные ожидания при этих обстоятельствах были разумными. Инвестор должен предвидеть, что обстоятельства могут измениться, и таким образом структурировать свои инвестиции, чтобы адаптировать их к потенциальным изменениям правовой среды¹.»

Подводя итог анализу решений трибуналов, автор приходит к следующим выводам.

При оценке нарушения законных ожиданий трибуналы учитывают специфику принимающего государства: уровень его развития (например, законные ожидания могут различаться в стране с переходной экономикой и в стране с развитой экономикой); контекст инвестиций: как фактические обстоятельства, так и политические, социально-экономические, культурные и исторические условия, преобладающие в принимающем государстве.

При определении, был ли нарушен принцип разумных и законных ожиданий учитываются следующие основные факторы: объективное поведение государства породило законные ожидания со стороны инвестора; наличие обещания (гарантии) со стороны государства, возлагающее на государство ответственность за причиненные убытки; ожидания инвестора должны быть законными, разумными и справедливыми и не основываться на субъективных соображениях инвестора; инвестор полагался на такие ожидания при принятии решения об инвестировании в принимающее государство: инвестор проявил разумную и должную осмотрительность для возникновения законных ожиданий; последующее одностороннее поведение государства разочаровало законные ожидания инвестора, даже при отсутствии субъективной недобросовестности; инвестор понес убытки в результате недобросовестных действий государства.

Для определения факта допущения нарушения принципа разумных и законных ожиданий анализируются обстоятельства, имеющие место на момент принятия решения об инвестировании, в совокупности с обстоятельствами, возникшими на момент изменений, внесенных государством, и влияющими на положение инвестора, и если такой анализ выявит такое существенное нарушение со стороны государства принятых первоначально обязательств, которое не может быть оправдано никакими чрезвычайными обстоятельствами, государство несет ответственность за убытки, причиненные инвестору.

¹ Parkerings-Compagniet AS против Литовской Республики (дело МЦУИС № ARB/05/8, пп. 332, 333) URL: <https://jusmundi.com/en/document/decision/en-parkerings-compagniet-as-v-republic-of-lithuania-award-tuesday-11th-september-2007> (дата обращения 17.05.2026 г.)

Сами по себе разумные и законные ожидания должны соответствовать, как минимум, следующим критериям: возникнуть исключительно во время инвестиций, при этом «время инвестиций» определяется трибуналами как время принятия решения об инвестировании и непосредственного осуществления инвестиций, то есть – дословно – когда инвестор начал тратить деньги; иметь прямое отношение к обстоятельствам предоставления государством обещаний (гарантий), заключения соглашений или принятия на себя соответствующих обязательств; быть легитимными, т.е. соответствовать принципам законности; соответствовать принципам справедливости и разумности и не основываться на субъективных предположениях инвестора; имеет место факт причинения убытков, в том числе упущенной выгоды, вследствие действий государства, в том числе при отсутствии субъективной недобросовестности государства. При этом, как отмечено в решении трибунала по делу SD Myers, Inc. против правительства Канады, обязанностью государства – ответчика является возмещение или компенсация убытков, которые возникают прямо или косвенно, и такая компенсация должна включать как понесенные убытки, так и упущенную выгоду, при этом «упущенная выгода должна быть прямым результатом контракта, а не слишком отдаленной или спекулятивной¹.»

Законные ожидания инвестора характеризуются следующими признаками: они основаны на условиях, предлагаемых принимающим государством во время инвестиций; они не могут быть установлены в одностороннем порядке одной из сторон; они должны подлежать исполнению в соответствии с законодательством; в случае нарушения со стороны принимающего государства обязательств у государства возникает обязанность возместить инвестору убытки, в том числе упущенную выгоду, за исключением причиненных в случае крайней необходимости; законные ожидания инвестора должны учитывать такие параметры, как бизнес – риски или закономерности отрасли.

Список литературы

1. Алиев А. Оценка поведения инвестора при определении нарушения режима справедливого и равного обращения. – М.: Издательство «Норма», 2012, С. 78–102.

¹ S.D. Myers, Inc. v. Government of Canada, п. 152. URL: <https://jusmundi.com/en/document/decision/en-s-d-myers-inc-v-government-of-canada-second-partial-award-damages-monday-21st-october-2002> (дата обращения 22.05.2026 г.)

2. Красноухова Е. А. Инвестиционные споры в практике арбитражных судов. Комментарий практики рассмотрения экономических споров (судебно-арбитражной практики) / А. В. Алтухов, О. А. Беляева, Н. А. Бортникова и др.; отв. ред. В. Ф. Яковлев. – М.: Институт законодательства и сравнительного правоведения при Правительстве Российской Федерации; ИНФРА-М. – 2017. – Вып. 22. – 212 с.

3. Лабин Д. К. Международное право по защите и поощрению иностранных инвестиций (монография; 2-е изд., перераб. и доп.). – «Юстиция», 2019 г.

4. Петров К. В. Справедливое и равное обращение как механизм защиты прав инвестора в «эколого-инвестиционных» спорах. Журнал «Актуальные проблемы российского права», N 4, апрель 2020 г.

5. Репьев А. Г. Правовые обещания и законные ожидания как компоненты модели общерегулятивных правоотношений. Журнал «Вестник Саратовской государственной юридической академии», 2023 г.

6. Черновол К. А. Концепция правомерных ожиданий: европейский и российский опыт // Правоведение. 2019. Т. 63. № 1. С. 181–191.

К ВОПРОСУ О МЕТОДИКЕ ПРЕПОДАВАНИЯ ТЕМЫ О ЦЕННОСТЯХ РОССИЙСКОЙ ЦИВИЛИЗАЦИИ В РАМКАХ КУРСА «ОСНОВЫ РОССИЙСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННОСТИ»

Галкин Валерий Терентьевич

кандидат исторических наук, доцент

Югорский государственный университет

Аннотация. Курс «Основы российской государственности» призван сформировать у обучающихся комплекс представлений, позволяющих обучающимся осознать свою принадлежность к российскому обществу. Тема «Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации» является наиболее сложной для восприятия и усвоения студентами. В статье автор, на основе трёхлетнего опыта преподавания дисциплины, предлагает схему обсуждения данной темы на семинарском занятии.

Ключевые слова: методика преподавания, основы российской государственности, цивилизационная идентичность, майевтика.

Как известно, введение курса Основы российской государственности (далее также – ОРГ) в российских вузах основано на Указе Президента Российской Федерации от 09.11.2022 г. № 809¹. Согласно Концепции учебно-методического комплекса «Основы Российской государственности» основной целью преподавания дисциплины является формирование у обучающихся комплекса представлений, позволяющих обучающимся осознать свою принадлежность к российскому обществу.

Автор настоящего сообщения в 2023 году участвовал в обсуждении проекта концепции курса ОРГ и на протяжении трёх лет ведёт занятия по данному курсу в Югорском государственном университете, что даёт возможность сделать первые обобщения, в том числе в отношении методики преподавания курса ОРГ.

¹ Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей». – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48502?erid=LjN8K8S>

Курс состоит из пяти тем (разделов), из которых, как показывает опыт, тема «Российское мировоззрение и ценности российской цивилизации» является наиболее сложной для восприятия и усвоения студентами. Данная тема предполагает лекционные (4 часа) и практические (10 часов) занятия. Основная задача, стоящая перед преподавателем, двояка: ввести студентов в курс философского понятия «цивилизационная идентичность» и провести совместно со студентами анализ содержания данной категории в отношении российской цивилизации.

Как справедливо отмечают П. Е. Бойко, Г. Л. Галустьянц развитие любой цивилизации основано, помимо прочего, на адаптации достижений общечеловеческой культуры к уникальной по своему характеру национальной культуре¹ Согласимся с Е. В. Зарубиной в том, что цивилизационная идентичность соответствует понятию коллективного самосознания² Интересным представляется высказывание А. А. Холодовой что идентичность является по сути дела историчным понятием, поскольку зависит от условий, в которые ставит нас общество в конкретный временной отрезок³.

Освоение теоретического материала не вызывает у студентов затруднений, однако при переходе к обсуждению на семинарском занятии конкретного списка признаков российской цивилизации возникает сложность в понимании ключевых точек идентичности. Рекомендуются в этот момент произвести терминологическое переключение, уйдя от сложного для первокурсников философского категориального ряда и введя в обсуждение термины «коллективное сознание», «общие для всех идеи», и т.п. Каждая студенческая группа получает задание подготовить к семинарскому занятию список признаков, характеризующих общее самосознание нации. Обычно такой список выглядит достаточно стандартным, включая в себя набор

¹ Бойко, П. Е. О философско-историческом содержании курса «Основы российской государственности» / П. Е. Бойко, Г. Л. Галустьянц // Вестник Челябинского государственного университета. – 2023. – № 4(474). – С. 85–90. – DOI 10.47475/1994–2796–2023–474–4–85–90. – EDN BRDPTA. С. 86.

² Зарубина, Е. В. Цивилизационная идентичность россиян / Е. В. Зарубина // Социально-гуманитарное образование: новые подходы и тренды: Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, Екатеринбург, 13 октября 2023 года. – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. – С. 56–62. – EDN USVBZA. С. 61.

³ Холодова, А. А. Метафизическое пространство идентичности и идентичности личности, его границы в рамках цивилизационной парадигмы / А. А. Холодова // Kant. – 2021. – № 1(38). – С. 179–182. – DOI 10.24923/2222–243X.2021–38.35. – EDN MQIAXG. С. 182.

привычных для вчерашних школьников признаков национального характера: доброта, милосердие, смелость, любовь к родине и т.д.

Однако основная сложность состоит в том, чтобы студенты смогли (с помощью преподавателя) сформулировать в ходе занятия уникальный набор признаков менталитета россиян, поскольку каждый из предлагаемых студентами признаков по отдельности встречается у различных наций. Именно в этот момент начинается так называемая командная работа или, другими словами, проектная деятельность, когда студенты-спикеры на глазах у остальной группы составляет уникальную комбинацию (модель) характерных черт, определяющих цивилизационную идентичность.

Практически всегда обсуждение данной модели студентами происходит весьма активно и продуктивно, поскольку постепенно возникает так называемый эффект национальной гордости. Таким образом мы решаем две проблемы преподавания ОРГ: развиваем у студентов аналитические навыки и пробуждаем у них (пусть и на время) чувство сопричастности, единства, гордости. Только проведя такой групповой анализ, мы можем возвращаться к теоретическим аспектам темы: преподаватель обязан в завершение семинарского занятия подчеркнуть, что идентичность является внешним выражением глубинного мировоззрения нации, что попытки изменить идентичность могут вызвать отторжение у россиян.

Роль преподавателя при рассмотрении данной темы не должна сводиться к модерированию и выставлению оценок. Необходимо активно использовать диалоговые методы, в том числе приёмы майевтики Сократа, поскольку, как показывает опыт, они помогают группе осознать сложность проблемы и активно искать пути её решения.

Список литературы

1. Указ Президента Российской Федерации от 09.11.2022 г. № 809 «Об утверждении Основ государственной политики по сохранению и укреплению традиционных российских духовно-нравственных ценностей». – Электронный ресурс. – Режим доступа: <http://www.kremlin.ru/acts/bank/48502?erid=LjN8K8S>

2. Бойко, П. Е. О философско-историческом содержании курса «Основы российской государственности» / П. Е. Бойко, Г. Л. Галустьянц // Вестник Челябинского государственного университета. – 2023. – № 4(474). – С. 85–90. – DOI 10.47475/1994-2796-2023-474-4-85-90. – EDN BRDPTA.

3. Зарубина, Е. В. *Цивилизационная идентичность россиян* / Е. В. Зарубина // *Социально-гуманитарное образование: новые подходы и тренды: Материалы Всероссийской национальной научно-практической конференции, Екатеринбург, 13 октября 2023 года.* – Екатеринбург: Уральский государственный аграрный университет, 2023. – С. 56–62. – EDN USVBZA. С. 61.

4. Холодова, А. А. *Метафизическое пространство идентичности и идентичности личности, его границы в рамках цивилизационной парадигмы* / А. А. Холодова // *Kant.* – 2021. – № 1(38). – С. 179–182. – DOI 10.24923/2222–243X.2021–38.35. – EDN MQIAXG. С. 182.

DOI 10.34660/INF.2026.57.12.098

УДК 378.016

ОПТИМИЗАЦИЯ ИНЖЕНЕРНОГО, ЕСТЕСТВЕННО-НАУЧНОГО И МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ В СОВРЕМЕННОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ОРГАНИЗАЦИИ

Попова Елена Александровна

кандидат педагогических наук, доцент

Восточная экономико-юридическая гуманитарная академия

Аннотация. Статья посвящена актуальной проблеме повышения качества инженерного, естественно-научного и математического образования в условиях модернизации системы общего образования и цифровой трансформации образовательной среды. В статье раскрываются педагогические условия повышения качества образования, развитие проектной и исследовательской деятельности, использование цифровых образовательных технологий и практико-ориентированных методов обучения. Особое внимание уделяется вопросам интеграции межпредметных связей, индивидуализации образовательных траекторий и совершенствования системы мониторинга образовательных результатов. Предложена модель управления качеством инженерного и естественно-научного образования, ориентированная на формирование у обучающихся навыков математического моделирования, анализа данных, системного и критического мышления.

Ключевые слова: инженерное образование, естественно-научное образование, конструктивистская теория обучения, педагогических технологий, математическое моделирование, интеграция, межпредметные связи.

Abstract. The article is devoted to the actual problem of improving the quality of engineering, natural science and mathematical education in the conditions of modernization of the general education system and digital transformation of the educational environment. The article reveals pedagogical conditions for improving the quality of education, the development of project and research activities, the use of digital educational technologies and practice-oriented teaching methods. Special attention is paid to the issues of integration of interdisciplinary connections,

individualization of educational trajectories and improvement of the system of monitoring educational results. A quality management model for engineering and natural science education has been proposed, focusing on developing students' skills in mathematical modeling, data analysis, and systemic and critical thinking.

Keywords: *engineering education, science education, constructivist theory of learning, pedagogical technologies, mathematical modeling, integration, interdisciplinary connections.*

Введение

Современный этап развития общества характеризуется ускоренными темпами научно-технологического прогресса, цифровизацией всех сфер жизнедеятельности и ростом потребности в высококвалифицированных специалистах инженерно-технического профиля. В данных условиях система общего образования приобретает особую значимость как ключевой институт формирования интеллектуального и кадрового потенциала страны.

Инженерное, естественно-научное и математическое образование рассматривается в качестве стратегического ресурса социально-экономического развития. Именно данные направления обеспечивают подготовку обучающихся к успешному освоению профессий будущего, связанных с информационными технологиями, искусственным интеллектом, робототехникой, энергетикой, биоинженерией и другими высокотехнологичными отраслями.

Согласно аналитическим материалам международных исследований качества образования (PISA, TIMSS), уровень сформированности у обучающихся способности применять знания в практических ситуациях остается неоднородным. При этом успешность образовательных систем напрямую связана с развитием функциональной грамотности, критического мышления и исследовательских навыков. Это обуславливает необходимость перехода от преимущественно репродуктивных моделей обучения к деятельностным и практико-ориентированным образовательным технологиям [3].

В отечественной образовательной политике вопросы повышения качества математического и естественно-научного образования закреплены в стратегических документах, включая Концепцию развития математического образования в Российской Федерации и федеральные государственные образовательные стандарты. В них подчеркивается важность формирования у обучающихся способности к математическому моделированию, анализу данных, решению комплексных задач и межпредметной интеграции знаний.

Вместе с тем в практике общеобразовательных организаций сохраняются определённые противоречия между современными требованиями к результатам обучения и традиционными формами организации учебного процесса. Среди наиболее значимых проблем можно выделить:

- снижение мотивации обучающихся к изучению предметов естественно-научного и математического цикла;
- недостаточную практическую направленность содержания образования;
- ограниченное использование исследовательских и проектных методов;
- необходимость обновления материально-технической базы;
- недостаточную системность профориентационной работы [3].

Решение обозначенных проблем требует разработки и внедрения комплексных методических моделей повышения качества образования, ориентированных на развитие инженерного мышления, формирование устойчивых познавательных интересов и подготовку обучающихся к осознанному профессиональному выбору.

Особую роль в данных условиях играет интеграция STEM-подхода, предполагающего объединение естественных наук, технологий, инженерии и математики в единое образовательное пространство. Данный подход способствует формированию у обучающихся целостного научного мировоззрения, развитию навыков системного анализа, проектирования и командной работы.

Не менее важным фактором повышения качества образования является цифровая трансформация образовательной среды. Использование современных образовательных платформ, виртуальных лабораторий, технологий программирования и робототехники расширяет возможности индивидуализации обучения и способствует повышению учебной мотивации.

В связи с этим актуальным становится изучение практического опыта образовательных организаций, успешно реализующих системные модели повышения качества инженерного, естественно-научного и математического образования. Анализ результатов деятельности школы позволяет выявить эффективные методические решения, направленные на повышение образовательных достижений обучающихся, развитие их исследовательских компетенций и формирование готовности к продолжению образования в технических и естественно-научных направлениях подготовки.

Цель настоящего исследования заключается в теоретическом обосновании и практическом анализе условий повышения качества инженерного, естественно-научного и математического образования в общеобразовательной организации.

Для достижения поставленной цели были определены следующие задачи:

- проанализировать современные научные подходы к повышению качества образования;
- выявить педагогические условия формирования инженерного мышления;
- рассмотреть результаты образовательной деятельности обучающихся;
- обосновать эффективность внедрения STEM-подхода и цифровых технологий;
- разработать модель управления качеством образования.

Научная новизна исследования заключается в систематизации методических условий повышения качества инженерного и естественно-научного образования на уровне образовательной организации и обосновании их влияния на образовательные результаты обучающихся.

Практическая значимость исследования состоит в возможности использования представленных методических решений при разработке программ развития образовательных организаций, создании профильных классов инженерной направленности и совершенствовании внутришкольной системы оценки качества образования.

Теоретические основы повышения качества образования

Деятельностный подход

В отечественной педагогике деятельностный подход рассматривается как основа формирования познавательной активности обучающихся. Он предполагает включение учащихся в активную учебную деятельность, направленную на самостоятельное получение знаний [2].

Компетентностный подход

Компетентностный подход ориентирован на формирование ключевых компетенций:

- аналитическое мышление;
- коммуникативные навыки;
- способность к самообразованию;
- информационная грамотность.

Конструктивистская теория обучения

Конструктивизм рассматривает обучение как процесс активного конструирования знаний. Это предполагает использование методов:

- проблемного обучения;
- проектной деятельности;
- исследовательских заданий.

Факторы повышения качества образования

STEM-образование

Интеграция науки, технологий, инженерии и математики способствует развитию системного мышления.

Проектная деятельность

Позволяет формировать навыки:

- планирования;
- анализа;
- презентации;
- оценки результатов.

Исследовательская деятельность

Развивает научное мышление и познавательную самостоятельность.

Цифровая образовательная среда

Использование:

- виртуальных лабораторий;
- платформ дистанционного обучения;
- программирования;
- робототехники.

Практико-ориентированное обучение

Примеры заданий:

- расчет энергопотребления;
- моделирование движения;
- статистический анализ данных.

Модель управления качеством образования

Схема

Методическая работа → STEM → Проекты → Цифровая среда

↓

Мониторинг результатов → Коррекция обучения

↓

Рост образовательных достижений

Методический кейс урока

Тема: Математическое моделирование реальной ситуации

Этапы:

1. Постановка проблемы
2. Формулирование гипотез
3. Построение модели
4. Анализ результатов
5. Рефлексия

Педагогические условия эффективности

- повышение квалификации педагогов;
- материально-техническая база;
- поддержка администрации;
- взаимодействие с вузами.

Прогноз эффективности внедрения модели

Ожидаемые результаты:

- рост среднего балла ЕГЭ на 5–7 пунктов;
- увеличение числа призёров олимпиад;
- повышение мотивации обучающихся;
- развитие инженерных компетенций.

Заключение

Таким образом, повышение качества инженерного, естественно-научного и математического образования является комплексной педагогической задачей,

требующей системного обновления содержания, технологий и организационных условий образовательного процесса. Современная образовательная практика показывает, что устойчивый рост образовательных результатов возможен только при одновременной реализации нескольких взаимосвязанных направлений: внедрения STEM-подхода, развития проектной и исследовательской деятельности, использования цифровых образовательных технологий, совершенствования системы мониторинга достижений обучающихся и повышения профессиональной компетентности педагогов.

Проведённый анализ образовательных результатов на примере школы свидетельствует о положительной динамике качества подготовки обучающихся по предметам естественно-научного и математического цикла. Рост среднего балла государственной итоговой аттестации, увеличение доли обучающихся, демонстрирующих высокий уровень образовательных достижений, а также расширение участия в олимпиадном движении подтверждают эффективность реализуемой модели повышения качества образования.

Особую значимость в современных условиях приобретает формирование функциональной грамотности как способности обучающихся применять полученные знания в реальных жизненных ситуациях. Практико-ориентированные задания, инженерные кейсы, математическое моделирование и исследовательские проекты способствуют развитию критического и системного мышления, что является необходимым условием подготовки выпускников к профессиональной деятельности в условиях инновационной экономики.

Важным фактором повышения качества образования выступает цифровая трансформация образовательной среды. Использование виртуальных лабораторий, образовательных платформ, программирования и робототехнических решений позволяет расширить возможности индивидуализации обучения, повысить наглядность изучаемых процессов и обеспечить доступ обучающихся к современным научно-техническим инструментам.

Результаты исследования подтверждают, что интеграция межпредметных связей и реализация STEM-подхода способствуют формированию у обучающихся целостного научного мировоззрения и устойчивой учебной мотивации. При этом ключевая роль принадлежит педагогу как организатору образовательной среды, наставнику и координатору проектной деятельности.

Следует отметить, что дальнейшее повышение качества инженерного и естественно-научного образования возможно при условии развития сетевого взаимодействия образовательных организаций с учреждениями высшего образования, научными центрами и предприятиями реального сектора экономики. Такое сотрудничество способствует профориентации обучающихся, формированию представлений о современных инженерных профессиях и расширению возможностей практического применения знаний.

Перспективными направлениями развития образовательной системы являются:

- внедрение индивидуальных образовательных траекторий;
- развитие школьных технопарков и инженерных лабораторий;
- расширение участия обучающихся в научных конкурсах и проектных инициативах;
- совершенствование системы оценки метапредметных результатов;
- использование технологий искусственного интеллекта в образовательном процессе [3].

Таким образом, опыт школы подтверждает, что системная реализация современных педагогических технологий обеспечивает повышение качества инженерного, естественно-научного и математического образования и способствует формированию конкурентоспособного выпускника, готового к продолжению образования и успешной профессиональной самореализации в условиях цифровой трансформации общества.

Практическая значимость представленных результатов заключается в возможности тиражирования разработанной модели в образовательных организациях различного типа. Предложенные методические подходы могут быть использованы при разработке программ развития образовательных организаций, создании профильных классов инженерной направленности и совершенствовании внутришкольной системы оценки качества образования.

В целом повышение качества образования рассматривается как непрерывный процесс, требующий научно-методического сопровождения, управленческой поддержки и активного включения всех участников образовательных отношений. Только комплексное решение обозначенных задач позволит обеспечить устойчивое развитие инженерного и естественно-научного образования в современной школе.

Список литературы

1. Приказ Минпросвещения России от 31.05.2021 № 287 (ред. от 18.06.2025) «Об утверждении федерального государственного образовательного стандарта основного общего образования».
2. Распоряжение Правительства Российской Федерации от 20 мая 2023 г. № 315-р Концепция технологического развития на период до 2030 года <https://rospatent.gov.ru/content/uploadfiles/technological-2023.pdf>.

3. *Современные тренды развития инженерно-технического образования в условиях реализации ФГОС: материалы Форума г. Екатеринбург 19–22 марта 2024 г. / Министерство образования и молодежной политики Свердловской области, Государственное автономное образовательное учреждение дополнительного профессионального образования Свердловской области «Институт развития образования»; отв. ред. Л. Е. Шмакова. – Екатеринбург, ГАОУ ДПО СО «ИРО», 2024–171 с.*

МЕДИАГРАМОТНОСТЬ КАК УСЛОВИЕ УСПЕШНОЙ СОЦИАЛИЗАЦИИ ПОДРОСТКОВ В ЦИФРОВОЙ СРЕДЕ: СИНТЕЗ ТЕОРИИ М. МАКЛЮЭНА И ПЕДАГОГИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ А. В. ШАРИКОВА

Морозов Демид Вячеславович

студент

Фомин Андрей Сергеевич

студент

Лукьянчикова Мария Андреевна

преподаватель

Тюменский колледж транспортных технологий и сервиса

Аннотация. В статье представлен теоретический анализ проблем формирования медиаграмотности подростков как необходимого условия их успешной социализации в условиях цифровизации общества. На основе синтеза расширенной теории М. Маклюэна и педагогической систематизации А. В. Шарикова. Выявлено, что фактором уязвимости молодых людей выступает доминирование формы подачи информации над ее содержанием.

Ключевые слова: медиа, медиаобразование, медиаграмотность, социализация, подростки.

Abstract. The article presents a theoretical analysis of the problems of forming media literacy among adolescents as a necessary condition for their successful socialization in the context of digitalization of society. Based on the synthesis of M. McLuhan's extended theory and A. V. Sharikov's pedagogical systematization, it is revealed that the factor of vulnerability of young people is the dominance of the form of information presentation over its content.

Keywords: media, media education, media literacy, socialization, teenagers.

Введение. Повсеместная цифровизация и распространение социальных сетей коренным образом изменили процесс социализации подростков. Сегодняшние подростки – это поколение, для которого виртуальное общение стало не просто дополнением, а зачастую основным пространством

коммуникации. Социальные сети с одной стороны открывают безграничные возможности: стирают географические границы, служат платформой для самовыражения, творчества, получения мгновенного доступа к любой информации. С другой стороны, эти платформы становятся источником интенсивного информационного давления на молодых людей, формируя заниженную самооценку, зависимость, искаженные ценностные ориентиры. Это противоречие между потенциалом для развития и реальной угрозой деформации личности подростка, оформляет актуальность формирования медиаграмотности среди молодых людей.

Ряд современных исследователей утверждают, что формирование медиаграмотности подростков становится ключевым условием для обеспечения психологической безопасности и успешной социализации молодых людей. Низкий уровень медиаграмотности делает их уязвимыми перед угрозами цифровой среды, что негативно сказывается на социализации молодежи, их психологическом здоровье и общем восприятии мира (Н. В. Байгулова, А. А. Лазарева, 2025). Цифровая среда становится ведущим пространством общения для подростков, ее быстрое развитие опережает готовность родителей, школы и социальных служб к целенаправленному ее сопровождению, что создает разрыв между уровнем цифровой активности подростков и их когнитивной защиты (К. З. Кафарова, М. Р. Сельмурзаева, И. А. Полякова, 2025).

Исследования ученых Вятского государственного университета наглядно демонстрируют остроту ситуации, социальные сети по мнению учёных становятся мощным каналом для трансляции угроз, способных подрывать культурные и духовные ценности подрастающего поколения. Лидирующую позицию, по их мнению, занимают угрозы жизни и здоровью, в частности, пропаганда саморазрушения и суицидальных настроений. Социально-психологические девиации, проявляющиеся в распространении девиантного поведения склонению к агрессии, популяризации радикальных взглядов. Аксиологические (ценностные) вызовы, связанные с распространением антисемейных ценностей. Также в число значимых угроз вошли пропаганда сатанизма и оккультизма [3].

Кроме того, официальные данные и экспертные оценки не оставляют сомнений в актуальности выдвинутой проблемы. Согласно аналитическим данным ПАО «Сбербанк», подростки становятся приоритетной мишенью для мошенников ввиду их психологических особенностей, эмоциональной уязвимости, используя различные государственные инициативы, социальные программы «Пушкинская карта», «Спасти родителей», «Работа для студентов», для реализации мошеннических схем [6].

В условиях современной перенасыщенности информацией, решение этой проблемы требует выхода за рамки простого информирования о правилах

безопасности. В данном концепте ключевым моментом выступает медиаграмотность. В статье мы будем опираться на классическое её определение, находящее подтверждение в международных документах: программа ЮНЕСКО «Информация для всех». Медиаграмотность – это совокупность мотивов, знаний, умений и способностей личности, способствующих выбору, использованию, критическому анализу, оценке, созданию и передаче медиатекстов в различных видах, формах и жанрах, а так же пониманию сложных процессов функционирования медиа в социуме.

Медиаграмотность это не просто умение пользоваться всеми средствами медиа, это способность к критическому мышлению, анализу и созданию собственного контента, которая обеспечивает безопасность подростков и формирует их ценности, она перестает быть прикладным навыком и становится необходимым условием успешной социализации позволяя молодому человеку фильтровать информационные потоки еще на этапе их восприятия (Л. И. Кобышева, Л. С. Тяско, 2026).

Для комплексного решения задачи формирования медиаграмотности недостаточно описывать алгоритм работы различных медиа и восприятия информации подростками. Теоретической основой данной статьи служит классическая теория медиа Маршалла Маклюэна. Современные исследователи зачастую концентрируют внимание на контенте, упуская из виду средство и форму подачи информации. В своей работе Маршалл Маклюэн учит видеть скрытое влияние носителя информации. Автор утверждал, что психологические и социальные последствия любого медиа определяются не смысловым содержанием сообщения (семантикой передаваемой информации), а физиологическими свойствами самого канала связи, способствующими изменению масштаба, скорости, ритма, сенсорного восприятия человеческой жизни. «Средство коммуникации и есть сообщение» [5]. Любая технология согласно Маршаллу Маклюэну, рассматривается как расширение или протезирование человеческого органа, чувства или нервной системы. «Колесо – это расширение ноги, книга – расширение глаза, одежда – расширение кожи, электросхема – расширение центральной нервной системы» [5]. Медиа по Маршаллу Маклюэну сжимают пространство и время превращая мир в единое информационное поле переживая все события планеты синхронно, подобно слухам в маленькой деревне [5]. Кроме того Маклюэн классифицировал средства коммуникации по степени участия аудитории в достраивании сообщения. Он выделял «горячие» медиа, обладающие высокой степенью определенности, полноты данных и требующие низкой вовлеченности потребителя. Они навязывают одну точку зрения и исключают диалог. И «холодные» медиа, характеризующиеся низким разрешением и фрагментарностью, требующие от аудитории максимальной активности, сопереживания и заполнения информационных пустот [5].

Исходя из данных положений философии медиа Маршалла Маклюэна, можно сделать вывод, что автор осознанно отказывается от индустриального понимания коммуникации как простой передачи сигналов между отправителем и получателем, из работы «Понимание медиа: Внешнее расширение человека», любое средство коммуникации или любое расширение нас самих является тем самым медиа.

Однако констатация факта трансформации человеческой психики под воздействием технологий сама по себе не решает прикладных задач социализации и формирования медиаграмотности подростков. Если теория Маклюэна вскрывает проблему – восприятия информации в цифровой среде, то для поиска методов защиты личности необходимо обращение к педагогическому дискурсу.

Переходным концептом здесь выступает медиаобразование. Если медиаграмотность представляет собой индивидуальную способность субъекта анализировать информацию, то медиаобразование рассматривается нами как целенаправленный педагогический процесс формирования этой способности.

В качестве теоретической основы для разработки модели такого образования целесообразно использовать фундаментальный труд отечественного исследователя А. В. Шарикова «Медиаобразование: мировой и отечественный опыт». Несмотря на то что монография была написана еще до эпохи массового интернета, предложенная в ней систематизация остается актуальной, так как опирается на глубокий анализ социокультурных функций медиа, созвучный идеям Маклюэна.

А. В. Шариков определяет медиаобразование не как набор прикладных технических умений и навыков («как снимать кино, пользоваться видеокамерой или монтировать видеофрагменты...»), а как целенаправленный педагогический процесс развития личности. Он формирует главную цель дисциплины следующим образом: «Развитие культуры восприятия медиатекстов... формирование критического мышления, помогающего аудитории самостоятельно ориентироваться в мире информации» [7]. Опираясь на работу автора, можно выделить четыре модели медиаобразования, которые позволяют системно решать проблему медиаграмотности и социализации подростков.

Образовательно-информационная модель. Её главная задача защитить аудиторию от вредного влияния медиа. Подход строится на идее о том, что медиа несут негативные стереотипы, агрессивные и манипулятивные установки, которым необходимо научить противостоять. Для подростковой среды эта модель трансформируется в обучении цифровой самозащите (распознавание мошеннических схем).

Развивающая модель. Фокусируется на развитии творческих способностей, эстетического вкуса через общение с медиа.

Практическая (техническая модель). Является основной идеей – обучение навыкам создания собственных медиатекстов (написание статей, съемка видео и тд). Человек в этом случае становится не просто потребителем, но и производителем контента. С точки зрения теории Маклюэна, это наиболее эффективный способ дать подростку почувствовать «физику» канала связи изнутри. Как отмечает А. В. Шариков, этот подход позволяет «превратить учащегося из объекта воздействия в субъект коммуникации» [7].

Социально-ориентированная (критическая) модель. Наиболее прогрессивная по мнению Шарикова модель. Учит понимать экономическую и политическую структуру медиа: кому принадлежат каналы коммуникации, как на них зарабатывают и как это влияет на подачу информации. Именно эта модель является ключом к пониманию природы социальных сетей. Подросток должен понимать, что лента рекомендаций продиктована не его интересами, а бизнес-моделью платформы, стремящейся продлить время его пребывания в онлайн.

Важно отметить, что данные модели не исключают друг друга, а представляют собой иерархическую структуру развития личности от базовой безопасности к гражданскому самосознанию.

Синтезируя расширенную теорию медиа Маклюэна и педагогическую систематизацию А. В. Шарикова, можно сделать главный вывод о том, что в современном информационном обществе медиаобразование, а следовательно, и медиаграмотность становится такой же базовой необходимостью, как и традиционная грамотность. Без этого навыка подросток неизбежно превращается в пассивный объект манипуляций, чья нервная система протезирована внешними алгоритмами без его осознанного согласия.

Согласно модели медиаобразования А. В. Шарикова, медиаграмотность должна формироваться последовательно. Отправной точной выступает образовательно-информационная модель, подросток должен научиться анализировать архитектуру приложения как первый источник манипуляции. Невозможно защититься от угрозы, которую не видишь. Только увидев архитектуру манипуляции можно ей противостоять. Анализ информации должен начинаться не с вопроса «фейк или правда?», а с того, как приложение стимулирует к определённым действиям. Следуя логике Маклюэна о том, что носитель информации обычно не видим для пользователя, медиаобразование должно начинаться с рефлексии – осознания того что смартфон не нейтральный гаджет, а внешнее продолжение нервной системы, имеющей свои собственные интересы – удержание внимания.

Далее следует развивающая модель. Если первая модель – защитная, учит подростка блокировать мошенников, то развивающая модель формирует внутренний вкус, учит молодого человека видеть разницу между вечными

человеческими ценностями и сиюминутными модными трендами. В контексте Маклюэна это означает развитие способности считывать скрытые языки медиа, учиться анализировать не только что говорят, но и как это преподносят. Короткий видеоролик всегда вызывает больше доверия и откликов, чем текст на бумажном носителе. Динамичный монтаж, звуки, крупный план, визуально привлекательный контент управляют эмоциями подростка и маскируют деструктивные ценности («Средство коммуникации и есть сообщение»). Задача медиаграмотности показать подростку механизм этого процесса, объяснить, что монтаж управляет его эмоциями, когда молодой человек поймет, что эмоциональное звуковое сопровождение – это инструмент манипуляции он перестанет быть пассивным реципиентом.

Практическая модель. По мнению А. В. Шарикова смена роли подростка из объекта воздействия в субъект коммуникации, является наиболее эффективным способом преодоления негативного влияния «протезирования нервной системы технологиями». Создание собственных медиа текстов – студенческой или школьной газеты, просветительских видеороликов и др. для сверстников, дает подростку почувствовать механизм канала связи изнутри. Когда подросток сам монтирует видео или пишет статью, он начинает понимать механизм удержания внимания и эмоциональной манипуляции описанную Маклюэном. Это формирует ответственное отношение к распространению информации.

Социально-ориентированная модель. Высший уровень медиаграмотности, необходимый для формирования зрелой гражданской позиции. Подросток должен осознавать, что медиа – это не нейтральная среда. Обучение должно строиться вокруг понимания экономической и политической структуры медиа: кому принадлежат каналы коммуникации, как монетизируется внимание подростка и как это влияет на подачу информации. Задача медиаграмотности превратить активное поглощение «горячего» потока информации в активный поиск. Медиаграмотный подросток должен уметь критически оценивать информационные потоки «охлаждать ленту», искать первоисточники, читать длинные тексты верифицировать образы, тем самым возвращая себе статус субъекта коммуникации, а не объекта информационного воздействия.

Теоретический анализ показывает, что проблема формирования медиаграмотности и успешной социализации подростков не строится только на информировании об опасности и запретительной педагогике. Синтез философской мысли Маршалла Маклюэна и педагогических моделей А. В. Шарикова показывает, что фактором уязвимости современных подростков выступает цифровая среда, становящаяся внешним продолжением их нервной системы, формируя восприятие реальности еще до осмысления содержания контента. В условиях «клипового мышления» и технической оснащённости молодежи зачастую происходит снижение когнитивной резистентности, превращая

несовершеннолетнего из субъекта коммуникации в объект информационного воздействия. Таким образом, результаты теоретического синтеза позволяют утверждать, что формирование медиаграмотности следует рассматривать не только как утилитарный навык верификации фактов, а как фундаментальный процесс возвращения подростку субъектности и контроля над своим вниманием. Только комплексный подход способен обеспечить подростку устойчивость к манипуляциям, основанную не на страхе, а на глубоком понимании механики медиа.

Список используемых источников:

1. Кафарова К. З., Сельмурзаева М. Р., Полякова И. А. Социальная Педагогика В Цифровой Среде И Развитие Медиаграмотности Подростков // Мир Науки, Культуры, Образования. – 2025. – № . 6 (115). – С. 80–83.
2. Кобышева Л. И., Тяско Л. С. Формирование Медиаграмотности У Школьников: Эффективные Методики И Кейсы // Редакционная Коллегия. – 2025. – С. 13.
3. Комитет Государственной Думы По Защите Семьи, Вопросам Отцовства, Материнства И Детства. Круглый Стол «Проблемы Деструктивного И Аутодеструктивного Поведения В Современной Подростково-Молодежной Среде» // Официальный Сайт Государственной Думы Федерального Собрания Российской Федерации. – Url: [Http://Duma.Gov.Ru](http://Duma.Gov.Ru) (Дата Обращения: 19.05.2026).
4. Лазарева А. А., Байгулова Н. В. Способы Формирования Ключевых Компонентов Медиаграмотности У Младших Подростков // Ббк 88я431 74я431. – 2025. – С. 384.
5. Маклюэн, Г. М. Понимание Медиа: Внешние Расширения Человека / Пер. С Англ. В. Г. Николаева. – М.: Кучково Поле, 2018. – 464 С.
6. Top-10 Актуальных Схем Мошенничества [Электронный Ресурс] // Официальный Сайт Сбербанка. – Url: [Https://Www.Sberbank.Ru/Ru/Person/Knowledge/Articles/Top-10-Aktualnykh-Skhem-Moshennichestva](https://Www.Sberbank.Ru/Ru/Person/Knowledge/Articles/Top-10-Aktualnykh-Skhem-Moshennichestva) (Дата Обращения: 19.05.2026).
7. Шариков А. В. Медиаобразование: Мировой И Отечественный Опыт. – М.: Академия Педагогических Наук Ссср, 1990. – 224 С.

ОБРАЗ ВЕЧНОГО СТРАННИКА В РОМАНЕ МЕТЬЮРИНА “МЕЛЬМОТ-СКИТАЛЕЦ”

Романчук Любовь Анатольевна

кандидат филологических наук

Союз российских писателей

Дябина Владислава Николаевна

Единый научно-исследовательский и проектный институт

пространственного планирования Российской Федерации,

Москва, Россия

Аннотация. Рассматриваются происхождение литературного образа Вечного Странника – не столько классического демона-искусителя, сколько трагического посредника между человеческим и inferнальным мирами, воплощающего духовный кризис европейской культуры эпохи романтизма. Анализируются: его связь с легендами об Агасфере и Каине, мотивом договора с дьяволом, христианской демонологией и романтической философией; особенности художественной конструкции персонажа; способы его взаимодействия с жертвами; символика внешнего облика, демонического смеха и сопровождающей его музыки. Особое внимание уделяется интертекстуальным связям романа с европейской готической традицией, библейскими сюжетами и последующей литературой и кинематографом.

Ключевые слова: Чарльз Роберт Метьюрин, Мельмот-Скиталец, готический роман, романтизм, Агасфер, Каин, сделка с дьяволом, Искуситель

Вступление

Метьюрин написал свой роман в эпоху, когда европейская культура переживала переход от эстетики Просвещения к романтизму. Рационалистическая картина мира всё чаще уступала место интересу к мистике, иррациональному, сверхъестественному и внутренним противоречиям человеческой личности. Читателей всё больше привлекали сюжеты о проклятиях, призраках, дьявольских сделках, тайных обществах и вечных странниках.

Именно в этот период готический роман становится одной из ведущих форм художественного осмысления зла, греха и духовного кризиса. Однако,

сохранив его внешние атрибуты, писатель существенно углубил их философское содержание, превратив историю Мельмота в размышление о природе искушения, свободе воли, цене бессмертия и духовном одиночестве человека.

Образы “лишнего” и “вечного” странника – человека, оказавшегося между жизнью и смертью, верой и сомнением, земным и потусторонним мирами, – обрели особую популярность в условиях, когда традиционные христианские представления о грехе, спасении и вечной участи человека сталкивались с идеями Просвещения, рационализма и религиозного скептицизма. Мельмот, заключивший договор с дьяволом и обречённый на бессмертие, бесконечно скитается по миру, пытаясь найти человека, согласного принять его проклятие. Его фигура стала своеобразным символом духовного кризиса европейской культуры, утратившей уверенность в прежних нравственных основаниях.

Нашей целью будет выявить художественную природу образа Мельмота как одной из наиболее сложных фигур европейской готической литературы, определить его мифологические, богословские и литературные истоки, а также проанализировать систему символов, посредством которых Метьюрин раскрывает идеи искушения, духовного выбора, бессмертия и трагического одиночества человека.

В работе использованы: сравнительно-исторический метод; сравнительно-типологический анализ; герменевтический метод интерпретации художественного текста; интертекстуальный анализ; мифопоэтический анализ; культурно-исторический подход; элементы мотивного и образного анализа.

Обзор источников.

Научная литература выделяет в образе Мельмота несколько ключевых смысловых слоёв.

1. Готический

В большинстве работ Мельмот прежде всего трактуется как искуситель, появляющийся перед человеком в момент крайнего отчаяния. Его функция – предложить спасение от страдания ценой передачи проклятия, то есть ценой духовной гибели [5]. В справочной академической традиции роман определяется как готический текст о “загадочной фигуре” Мельмота, проклятого скитаться 150 лет и искать души, которые можно склонить к гибели; при этом каждая вставная история показывает новую встречу Скитальца с жертвой, находящейся в нравственном кризисе. Однако исследователи подчёркивают, что Мельмот не является простым “дьявольским злодеем”. Он одновременно искуситель и сам искушённый, палач и жертва собственного договора. Поэтому образ Мельмота сложнее традиционного готического злодея: он не только несёт зло другим, но и сам пребывает в состоянии вечного наказания.

2. Фаустианский

Это направление рассматривает Мельмота через фаустовскую традицию. Он – человек, который стремился к запретному знанию, превысил границы дозволенного и получил сверхъестественное долголетие как проклятие. В этом смысле Мельмот близок Фаусту, но его образ радикально трансформирован: если Фауст стремится к знанию, наслаждению или расширению человеческих возможностей, то Мельмот показан уже после катастрофы, после сделки, в состоянии бесконечного наказания. Поэтому в критике закрепились формулы: Мельмот – это не просто Фауст, а Фауст, ставший Мефистофелем, то есть бывший искатель знания превращается в искателя других. В изданиях Oxford World's Classics образ героя также описывается как образ “faustian transgressor”, который отчаянно ищет жертву, чтобы освободиться от договора с дьяволом.

3. Агасферический

Особенно значима линия исследований, связывающая Мельмота с мифом о Вечном Жиде. Уже в самой фабуле очевидна близость: Мельмот обречён на сверхъестественное долголетие, скитание, невозможность умереть и возвращение в мир людей как знак проклятия [3].

4. Романтический

Мельмота часто сопоставляют и с байроническим героем: он одинок, мрачен, горд, оторван от общества, обладает тайной, несёт на себе печать преступления и проклятия. Но это не прямое совпадение с байроническим типом, а скорее его предельная, демонизированная форма. Согласно Л. С. Макаровой, он наследует черты готического злодея, но одновременно несёт в себе черты романтического бунтаря и изгнанника [13]. А. В. Варушкина формулирует эту двойственность ещё острее: в “Мельмоте” появляется “герой-бунтарь, страдающее Зло”, а за судьбой Скитальца прорисовывается мир “трагичный, загадочный и до конца непознаваемый”. То есть Мельмот – не просто носитель зла, а страдающая форма зла, персонаж, в котором зло соединено с трагическим самосознанием [7].

Павел Рейфман характеризует Мельмота как демонического, мрачного, романтического, мизантропического и одновременно привлекательного героя; он воплощает злое начало, но его собственная участь трагична, потому что он сам является жертвой наказания за стремление проникнуть в тайны мироздания [20]. Эта мысль важна для научного анализа: Мельмот страшен не только тем, что причиняет зло, но и тем, что демонстрирует тупик человеческого стремления к абсолютному знанию. Его трагедия в том, что он получил сверхчеловеческие способности, но потерял человеческую возможность покаяния, любви и смерти. В заключение исследователь пишет, что в романе сосуществуют разные формы зла: зло, обусловленное общественными институтами, и “Зло Извечное”, воплощённое в Скитальце. Мельмот здесь выступает не только как индивидуальный персонаж, а как знак онтологического неблагополучия мира.

Он появляется там, где человек уже сломлен: в монастыре, тюрьме, инквизиционной камере, в ситуации голода, одиночества, религиозного страха, социальной несправедливости. Поэтому он не просто приносит зло извне – он обнаруживает уже существующее зло мира.

5. Религиозно-правовой

Современные англоязычные исследования всё чаще читают образ Мельмота политически и юридически. Так, Сью Чаплин сопоставляет героев Годвина и Мелтьюрина как “outcast villain/victims”, которые не могут ни исполнить приказ закона, ни полностью отвергнуть его. В этой интерпретации Мельмот оказывается фигурой не только религиозного проклятия, но и субъекта, втянутого в систему власти, желания, вины и принуждения. Его вечное скитание можно понимать как форму наказания, но также как образ современной несвободы: человек будто получает свободу от обычных человеческих границ, но на самом деле становится рабом договора, закона, долга и собственного желания освободиться [2].

6. Композиционный

Образ Мельмота создаётся через систему рассказов, рукописей, портретов и свидетельств.

7. Рецептивный

Мельмот становится литературным архетипом, повлиявшим на европейскую и русскую традицию [12].

Значительно реже внимание уделяется комплексному анализу символической системы романа, включающей демонологические мотивы, музыкальную символику, смех как атрибут inferнального мира, особенности художественного пространства и механизмы искушения. Кроме того, практически отсутствуют исследования, сопоставляющие роман с современными киноинтерпретациями образа Мельмота, что определяет актуальность настоящей работы.

Научная новизна исследования состоит в комплексном рассмотрении образа Мельмота как синтетического архетипа, объединяющего черты Агасфера, Каина, Фауста и демонического искушителя. В рамках единого исследования анализируются символика демонического смеха, музыкальный код романа, функции сверхъестественного пространства, особенности искушения жертв и современные документальные интерпретации произведения. Показано, что Мельмот выступает не только носителем идеи договора с дьяволом, но и посредником между человеческим и inferнальными мирами, отражающим духовный кризис европейского романтизма и трансформацию традиционного образа Вечного Странника.

1. Таинственная рукопись

*“Он видел бездну под ногами.
Там вечно полыхало пламя
Средь вечной тьмы...”* [14, с.350].

Осенью 1816 года студент дублинского Тринити колледжа Джон Мельмот приезжает в Ирландию, графство Уиклоу, чтобы навестить умирающего дядю и вступить во владение поместьем. В завещании, помимо чисто практических пунктов, указаны два довольно странных:

- 1) уничтожить висящий в кабинете портрет с подписью “Дж. Мельмот, 1646”;
- 2) найти и сжечь рукопись, хранящуюся в одном из ящиков бюро.

Так начинается действие романа Чарльза Метьюрина (1820, Эдинбург). В рукописи, которую рекомендовалось сжечь (и чего не сделал студент), некий Стентон, отправившийся после Реставрации путешествовать за границу, описывает свою встречу со Скитальцем – тем самым Дж. Мельмотом, указанным в завещании. Доведя англичанина до безумия, он в сумасшедшем доме предложил ему страшную сделку.

Прочитав его исповедь, Джон срывает со стены портрет своего предка и, разорвав на клочки, бросает в огонь (таким образом выполнив первый пункт завещания). Но ночью тот является к нему со словами:

“Что же, ты меня сжёг, только такой огонь не властен меня уничтожить. Я жив, я здесь, возле тебя” [14, с.56].

После чего страшная буря обрушивается на стоявший у моря дом Мельмота, в ярости которой вновь является его взору демонический предок.

Упавшего со скалы героя спасает испанец Монсада, единственный уцелевший с затонувшего во время бури корабля, и наутро рассказывает ему свою историю. Монсада тоже сталкивался с Мельмотом. Первый раз опосредованно – когда еврей Адония показал рукопись, повествующую о соблазнении Мельмотом заброшенной на “дьявольский остров” Иммали, которую позже, встретив её в Испании в образе Исидоры (нашедшие её родители почему-то дали ей новое имя), сделал своей тайной женой. Их венчание происходит ночью (время разгула сил зла), в старом монастыре, при этом рука священника “была холодна, как рука смерти” [14, с.388].

Это вариант потустороннего брака (учитывая, что и Мельмот был уже не совсем человеком). Исход этого союза – казематы инквизиции (за связь с колдуном), гибель в тюрьме их новорожденного ребёнка, а затем смерть и самой Исидоры.

А второй раз сам Монсада встречается с Мельмотом в стенах инквизиции, где призрак ради облегчения его участи предлагает отречься от веры.

2. Посланец дьявола

“В Мельмоте соединены два образа – человек, страдающий под гнётом злого рока, и его дьявольский двойник, тень, второе тёмное “Я”[16].

Своего героя Метьюрин называет дьяволом, Врагом, клеветником рода человеческого, Искусителем, посланцем, орудием сатаны. Он и богоискатель (претерпевающий, как Христос, невиданные страдания) и дьявол (сам обрекающий на страдания других). Палач и казнимый в одном лице, познавший ничтожество рода людского и тщету всего сущего [23, с.56].

Здесь явная аллюзия на Агасфера, “вечного жида”. Согласно распространенным в средние века легендам, он оскорбил Христа, несшего свой крест на Голгофу, за что был обречён скитаться по миру до Второго пришествия. Подобно Дикому охотнику, Агасфер приносил несчастье тем, кто вступал с ним в контакт [4, с.34], [6, с.224–230], [8, с.85–85].

Аналогично Яхве обрёт на вечные скитания Каина, запрещая лишать его жизни (Быт. 4:10–15).

Лиза Ламперт-Вайссиг рассматривает эту связь через категорию “монструозной темпоральности” [3]. По её наблюдению, Мельмот не является евреем, но, как и Вечный Жид, обладает противоестественно долгой жизнью, возникшей вследствие трансгрессии; исследовательница выделяет его “demon eyes” (демонические глаза), пугающий смех, способность преодолевать расстояния и проникать через барьеры, включая темницы Инквизиции. Связь с Агасфером раскрывается не только через самого Мельмота, но и через систему двойников – прежде всего через Адонию, тоже связанного с мотивом ненормально продлённого существования.

Одно “но”. Агасфер *невольно* приносил беды. Удел же Мельмота – *сознательно* “искушать несчастных страдальцев, пребывающих в безысходном горе, дабы, ради того, чтобы ненадолго облегчить свои преходящие муки, они отказались от всех надежд на вечное блаженство” [14, с.427].

Своих жертв он выбирает по двум признакам:

1) они должны пребывать в крайне стеснённых, угрожающих жизни обстоятельствах (умирать от голода, гнить в тюрьме, ожидать казни, находиться на грани банкротства, испытывать пытки инквизиции, сгорать от неразделённой любви). В таком экзистенциальном состоянии люди, казалось бы, могли легче поддаться искушению продать свою душу дьяволу и облегчить свою участь, обменявшись судьбой с Мельмотом. Но, видимо, изгнанник не там искал;

2) искушаемые обладают любопытством, жадной знания и пытливостью ума. Извечный мотив борьбы со стремлением познать неведомое (в отрыве от духовности), в борьбе с которым сатана объединяется с Богом. Но и тут Мельмота постигла неудача.

Скитальцу нередко приходится убивать – из инстинкта самосохранения – или доводить людей до самоубийства. Так что его путь усеян множеством жертв. И всё же читателю трудно не проникнуться сочувствием: как истинный романтический герой, он притягивает силой ума и духа, неугасимой

жаждой познания, стойкостью, мужеством – и, наконец, трагизмом собственной участи.

Недаром соблазнённая им Исидора умирает в застенках инквизиции с мечтой о том, чтобы в раю, куда, как уверяет исповедующий её священник, она, несмотря на греховную связь с Мельмотом, непременно попадёт, оказался бы и её избранник. Иначе рай для неё не будет местом блаженства.

“– В раю! – пробормотала Исидора, испуская последний вздох. – Пусть только он будет там!” [14, с.552].

О подобной встрече в мире теней с вынужденно отравленной женой и воссоединении с ней в любви мечтал и африканский властитель Массинисса в “Африке” Петрарки. Но Массинисса не был преступником.

В реестре искушений Мельмота нет лишь одного искуса: обольщения любовью (плотский соблазн). Как поясняет автор, “как ни страшны были совершённые Мельмотом преступления, сердце его не было развращено чувственностью” [14, с.360].

После тщательно проведенного дознания Инквизиция установила, что “Мельмот никогда не пытался соблазнить женщину и не вверял ни одной женщине страшную тайну своего предназначения” [14, с.514].

Потому и Исидору – единственную по-настоящему любимую им женщину, – он соблазняет медленно и неловко: то отдаляясь, то снова стремясь к сближению. Он, по сути, не вводит в заблуждение влюблённую в него девушку – напротив, неоднократно предостерегает от близости с собой, хотя сам раз за разом и нарушает эту границу, словно надеясь на невозможное – что любовь сумеет победить его проклятие. Намекая на свою дьявольскую природу, он прямо называет место своего обитания адом.

“Мне поручено попирать ногами и мять все цветы, расцветающие как на земле, так и в человеческой душе... всё, что попадает на моём пути” [14, с.340].

А потерпев неудачу, восклицает:

“Никогда больше я не соблазню ни одной женщины! Ради чего будет вихрь, способный сотрясать горы и дыханием своим сокрушать города, опускаться на землю и обрывать лепестки едва распустившейся розы?” [14, с.510].

Ирландским обольстителем, на манер севильского Дон Жуана, Мельмота назвать сложно.

Кем он был ранее и почему стал Скитальцем, доподлинно неизвестно. Метьюрин сообщает, что страшная судьба, избавив его от опасностей и страха, не дала ему “никаких надежд, кроме одной: распространить на других тяготеющее над ним проклятие” [14, с.308].

В чём заключается это проклятие, остаётся тайной. Яхве проклял Каина за братоубийство. Мельмота, как Адама и Еву, вкусившими запретный плод и за то отлучёнными от Бога, тоже можно заподозрить в попытке познать недозволенное, подглядев чужие тайны.

Мельмот, считает Екатерина Лившиц, “продаёт душу дьяволу, чтобы получить взамен сверхъестественные возможности, его толкнула на этот шаг “бесплотная и неистовая пытливость ума”... которую он на закате своих дней видит в своём потомке” [12, гл. 1].

Накануне своей гибели он, явившись в ненастную дождливую ночь к ожидающим его в родовом поместье Монсаду и Джону Мельмоту, намекает на то же:

“Не потому разве, что я протянул руку и вкусил запретный плод, бог отвернул от меня своё лицо, врата рая закрылись для меня, и я обречён скитаться до скончания века среди безлюдных и проклятых миров? Ходили слухи, что Враг рода человеческого продлил мою жизнь за пределы того, что отпущено смертным, что он наделил меня даром преодолевать все препятствия и любые расстояния и с быстротою мысли переноситься из одного края земли в другой, встречать на своём пути бури без надежды, что они могут меня погубить, и проникать в тюрьмы, где при моём прикосновении все замки становились мягкими, как лён или пакля. Утверждали, что я был наделён этой силой для того, чтобы искушать несчастных в минуты отчаяния, обещая им свободу и неприкосновенность, если только они согласятся обменяться участью со мною” [14, с.526].

Но что конкретно он пытался узнать, загадка. Со слов священника, жившего по соседству с дочерью отступника Элинор Мортимер, “Мельмот сошёлся с теми мошенниками или кем-то ещё того хуже, которые обещали ему знание потустороннего мира и сверхъестественную силу на непередаваемо страшных условиях” [14, с.488].

Своему потомку Скиталец тоже ничего по сути не проясняет:

“Тайну предназначения моего я уношу с собой ... Я сеял на земле страх, но – не зло. Никого из людей нельзя было заставить разделить мою участь, нужно было его согласие, – и ни один этого согласия не дал; поэтому ни на кого из них не распространится чудовищная кара. Я должен всю её принять на себя ... Ни одно существо не поменялось участью с Мельмотом-скитальцем. Я исходил весь мир и не нашёл ни одного человека, который, ради того чтобы обладать этим миром, согласился бы погубить свою душу. Ни Стентон в доме для умалишённых, ни ты, Монсада, в тюрьме Инвизиции, ни Вальберг, на глазах у которого дети его умирали от голода, никто другой” [14, с.525–526].

Эти слова вызывают большое сомнение, ибо вся история человеческая свидетельствует об обратном.

3. Облик Искуителя

“Для него на свете не могло быть большего чуда, чем его собственная жизнь, а та лёгкость, с которой он переносился с одного конца земли на другой, смешиваясь с населявшими её людьми и вместе с тем ощущая свою отделённость от них, подобно усталому и равнодушному к представлению зрителю, который бродит вдоль рядов огромного партера, где никого не знает” [14, с.352].

Внешне Мельмот ничем не примечателен, и ни ростом, ни телосложением не отличается от обычных людей. Но отличия всё же есть (см. рис. 1).

1. Окаменелое, миметически застывшее выражение лица (“холодное, каменное и неподвижное” [14, с.50]). Его чувства омертвели, а сам он уподобился автомату, не ведающему ни любви, ни сострадания.

2. Глаза, сверкавшие дьявольским светом, “походившим на вырвавшуюся из кратера раскалённую лаву, окружённую залегшей до самого его края грудю снега” [14, с.346]; “в облике его нет ничего особенно примечательного, за исключением того, что глаза его издают такой блеск, какого люди вынести не в силах” [14, с.419].

Таким его видит протестант Вальберг, которого Мельмот, пользуясь состоянием крайней нищеты его семейства, соблазняет страшной сделкой: отречься от веры и Бога, продав душу дьяволу и разделив со Скитальцем его участь, в обмен на спасение семьи. Этот ужасный взгляд, в котором было “что-то чужое, неестественное, злое” [14, с.62], по мысли автора, есть свидетельство его связи с потусторонним миром.

3. Хохот, которым без конца разражается Мельмот.

Гогочущими часто изображали прислужников ада (см. “Наброски к замыслу о Фаусте” Пушкина, картины Босха, “Божественная комедия” Данте). Христу, скорбящему о судьбе погрязшего в грехах человека (плачущему Спасителю) противостоит насмехающийся над людьми и Богом сатана. И его насмешка (внешнее выражение внутреннего цинизма) – главное орудие против божественной мудрости и священного акта Высшего Творения. Чтобы что-то низвергнуть, надо это вначале высмеять (именно так, к слову, стараниями сатириков и пародистов был развален в умах людей Советский Союз). Мефистофель тоже часто подтрунивает

над потугами человека, его самомнением, влюблённостью и прочими свойствами. И смех его тоже недобр. Насмехается над москвичами булгаковский Воланд, хохочут над глупостью, жадностью и наивностью человека гоголевские черти, потешается над людьми демон Лючио в романе Марии Корелли “Скорбь Сатаны” и сатана Джон Милтон в “Адвокате дьявола” Эндрю Найдермана и так далее.

Сатанинский смех, сменяемый порой ядовитой усмешкой, неотделим и от Мельмота. Впервые с ним сталкивается путешественник Стентон.

“Когда тела уже должны были унести, подошёл некий человек – очень спокойной и размеренной походкой, как будто только он один не сознавал опасности положения и страх был над ним не властен; какое-то время он взирал на мертвецов, а потом вдруг разразился смехом, столь громким, неистовым и раскатистым, что крестьяне, которых смех этот ужасал не меньше, чем завывания бури, поспешили поскорее убратся” [14, с.27].

Затем демонический хохот услышал потомок Скитальца Джон Мельмот во время бури. “Когда крик этот умолк, Мельмот услышал вдруг раскаты смеха, от которого кровь у него похолодела. Смеялся стоявший наверху над ним незнакомец” [14, с.62].

Недобрый смех Скитальца постоянно слышится Иммали/Исидоре:

“... он тут же каким-то безнадежным движением руки смахнул с лица слёзы и, стиснув зубы, разразился вдруг приступом неистового судорожного смеха, который всегда означает, что смеёмся мы над собою”[14, с.313];

“Лицо его приняло какое-то странное выражение, в котором слились воедино насмешка, отчаяние и злоба”[14, с.303];

“И с новым взрывом такого же дикого неестественного смеха он оттолкнул руку, которую Иммали протянула ему”[14, с.305];

“И он расхохотался тем ужасным, переходящим в судороги смехом, который смешивает весёлость с отчаянием...”[14, с.341];

“Веселье, в котором нет истинной радости, нередко бывает всего-навсего маской, скрывающей содрогающееся и искажённое муками лицо... а смех, который никогда ещё не выражал восторга, нередко становился единственным доступным языком для безумия и горя”[14, с.346];

“– Ну что же, – сказал Скиталец с горьким смехом, который, казалось, был обращён на него самого” [14, с.341].

Что говорит о самоиронии, чуждой дьяволу.

Своим хохотом Мельмот пугает и её отца, купца дона Франсиско:

“– Вам! Вам! – воскликнул тот после взрывов хохота, которые походили скорее на судороги одержимого, нежели на проявление веселья, пусть даже самого неистового” [14, с.435].

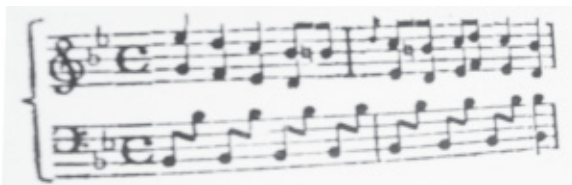


Рис. 1. Демонические признаки Мельмота (авторская разработка)

4. Музыка ада

“Модуляции её до крайности просты, а воздействие поразительно по глубине” [14, с.479].

О связи Мельмота с силами зла говорит и сопровождающая его музыка. Её нотную запись Метьюрин прилагает в сносках к тексту (предположительно, являясь её автором).



Кандидат искусствоведения, музыковед, заведующая кафедрой “История и теория музыки” Днепропетровской академии музыки Светлана Щитова по просьбе авторов провела анализ этого музыкального отрывка. По её мнению, мелодия “слишком коротка, это лишь первая фраза: плавная, напевная, спокойная, простая, тонально закруглённая, на фоне выдержанного тонического органного пункта, песенность её подчёркивается типичным удвоением мелодии в сексту”.

Никакой какофонии, ничего мрачного. Однако демоничность мелодии в том, что накануне появления Скитальца её слышит будущая жертва, и заунывный, навязчиво повторяющийся напев мнится ей страшным предзнаменованием. “Удивительной музыке” внимает дочь дона Педро де Кардоса на своей свадьбе, после чего её находят мёртвой в спальне, а её супруг сходит с ума.

Странные мелодичные звуки доходят до слуха хранителя рукописи Мельмота накануне его роковой встречи с незнакомцем, и ему ясен их жуткий смысл.

“Неужели следующей жертвой должен стать я? – подумал Стентон, – и неужели назначение этой божественной мелодии, которая словно создана для того, чтобы подготовить нас к переходу в иной мир, только в том, чтобы возвестить этими “райскими песнями” присутствие дьявола во плоти, который насмехается над людьми благочестивыми, готовясь излить на них “дыхание ада”?” [14, с.40].

Элиноре, героине истории, рассказанной Мельмотом дону Франсиско, в обществе морского офицера Джона Сендела казалось, что она слышит “музыкальную пьесу, где модуляции столь неуловимы, что совершенно не замечаешь, как из одного ключа попадаешь в другой: промежуточные гармонии настолько мягки, что слух не может определить, куда его влекут звуки” [14, с.455].

Эта мелодия предрекла ей невиданные муки, отречение Сендела и, после цепи трагических происшествий, безумие офицера и встречу с Мельмотом в тюрьме Инквизиции, где он предложил ей избавление от страданий после принятия его условия (отречения от веры).

Происхождение этого напева таинственно. То ли ангелы пытаются предупредить жертву, одновременно оплакивая её, то ли дьявол радуется очередной победе, выводя незатейливый мотив. Этой гармонии боится и сам Скиталец. Во время побега с Исидорой, давшей согласие стать его женой, он “вдруг, внезапно замедлив шаг, сдавленным и невнятным голосом спросил, не раздавались ли в это время в воздухе какие-то звуки” [14, с.387].

Идею о мелодии, несущей героям некий посыл, Метьюрин одолжил у Шарлотты Бирн. В 1806 году свет увидел забытый ныне её роман “Зофлойя, или Мавр. История XV века”, изданный под псевдонимом Розы Матильды, отсылающего к имени героини романа Мэтью Грегори Льюиса “Монах”, и недаром. Бирн повествует о том, как проживавшая в Венеции Виктория де Лоредани, дочь маркиза, постепенно (как и Амбросио

у Льюиса) становится отравительницей по наущению дьявола, ставшего её любовником. Незатейливая музыка слышится обречённым перед появлением на сцене дьявола в образе смуглого мавра. Ужасность этой в общем-то приятной на слух мелодии в том, что она предвещает трагедию, и герои знают о том.

Эта идея активно муссируется современным кинематографом, когда внедрению в жизнь потустороннего зла предшествует некий напев или речитатив. В фильме Гора Вербински “Звонок” (2002), римейке одноименного японского фильма Хидео Накаты 1998 года, снятого по роману Кодзи Судзуки, фигурирует проклятая видеокассета (просмотревший её умирает через семь дней, если не передаст другому человеку). Звуковым сопровождением видео является песня мёртвой девочки Самары Морган:

*“Солнца нет, и день смеётся —
мы умрём с заходом солнца”.*

В триллере Уэса Крэйвена “Кошмар на улице Вязов” (1984) и его сиквела появление inferнального маньяка предваряет детская считалка:

*“Раз, два, Фредди Крюгер идёт,
Три, четыре, ножи достаёт,
Пять, шесть, в оба гляди,
Семь, восемь, с ним не шути,
Девять, десять, распятые возьми...”* [22].

А в фильме Джеймса Вана “Мёртвая тишина” (2007) – песня жуткой куклы-чревопещателя:

*“Беги от двери ведьмы Мэри,
Детишек нет у этой Мэри,
Есть куклы – страшные, как звери.
Но это сказки всё – не верь им.
Беги от двери ведьмы Мэри,
Запрись и потеряй ключи
А коль во сне увидишь Мэри —
Умри, но только не кричи...”* [21].

В народных преданиях появление нечисти предвещал волчий вой, ибо волк считался проводником в царство умерших.

В христианской парадигме музыка небесных сфер, божественная и гармоничная, противопоставлялась разноголосице, сопровождающей шабаш ведьм. Ангелы часто изображаются с арфами, лютнями или флейтами. Эти инструменты встречаются и в аду, но их назначение там иное. На правой створке триптиха Иеронима Босха “Сад земных наслаждений”, под названием “Музыкальный ад”, мы видим лютню, которой пытаются лежащего музыканта (на его ягодицах оттиснуты ноты мелодии,

напоминающей григорианский хорал, исполняемый хором проклятых душ во главе с регентом – монстром с рыбьей мордой); проросшую из лютни арфу с распятым на ней грешником; флейту, которой насилуют другого несчастного; барабан, колёсную лиру, волынку, употребляемые не менее странным образом.

У романтиков музыка выполняла двойную роль. В сцене изготовления колдовского зелья в новелле Гофмана “Золотой горшок” (1814) Вероника слышит, “как вокруг неё ревели и завывало наперерыв, как всякие противные голоса мычали и трещали” [9, с.44].

Появление в снах Медарда его призрачного страшилища-двойника в “Эликсирах сатаны” Гофмана предвещает жуткое хихиканье, постукивание, смех, жужжание [10, с.320].

Дисгармония дьявольских звуков – ещё один инструмент мучений. В воображаемом аду Мельмота звучат “голоса десяти тысяч... десяти миллионов духов, существ, издающих бессмертные, непрестанные звуки, те, что никогда не замирают и не сменяются тишиной!” [14, с.344].

Эти голоса обретают “удивительный аккомпанемент – неумолчный рёв огненного моря”, который “низкими басовыми нотами будет сопровождать хор мучеников-певцов!” [14, с.345].

Ад, представший в последнем сне Скитальца огненным океаном, ревёт и бушует.

“Ему снилось, что он стоит на вершине, над пропастью, на высоте, о которой можно было составить себе представление, лишь заглянув вниз, где бушевал и кипел извергающий пламя океан, где ревела огненная пучина, взвивая брызги пропитанной серою пены и обдавая спящего этим жгучим дождём. Весь этот океан внизу был живым; на каждой волне его неслась душа грешника; она вздымалась, точно обломок корабля или тело утопленника, выпускала страшный крик и погружалась обратно в вечные глубины, а потом появлялась над волнами снова и снова должна была повторять свою попытку, заранее обречённую на неудачу!” [14, с.526–527].

Христианский ад не только ослепителен (наполнен огнём), но и оглушителен: стоны, зубовный скрежет, свист батоков и треск огня (Мф. 8: 12; 13: 50; 22: 13; 24: 51; 25: 30). Однако иногда до него доносится и музыка небесных сфер. Весь подземный Пандемониум у Мильтона встаёт

“При тихом пенье слитных голосов

И сладостных симфониях” [15, с.43].

В исламской эсхатологии четырёхкрылый ангел музыки и вестник Страшного суда Исрафил, самый большой из четырёх высших ангелов, звуками трубы вначале возвестит об умерщвлении всего живого, а затем о воскрешении всех мёртвых тварей [11, с.459], [18, с.571].

Этому духу Эдгар По посвятил стихотворения “Израфель” (1829) и “Аль-Аарааф” (1831). Аль-А‘раф – это возвышенное место между Раем и Адом (сура 7 Корана “Преграды”, аят 46). И ангел там тоже играет на лютне.

*“На Небе есть ангел, прекрасный,
И лютня в груди у него.
Всех духов, певучестью ясной,
Нежней Израфель сладкогласный,
И, чарой охвачены властной,
Созвездья напев свой согласный
Смиряют, чтоб слушать его”* [19, с.51].

Свою поэму По предварил ссылкой на Коран: “И ангел Израфель, струны сердца которого – лютня, и у которого из всех созданий Бога – сладчайший голос”. Но это мистификация.

В Новом завете наступление конца света начинается с трубного гласа семи ангелов (Откр. 8:6–13; 9:1, 13; 10:7), вызывающих серию катаклизмов: “И семь Ангелов, имеющие семь труб, приготовились трубить” (Откр. 8:6). Когда же вострубит седьмой ангел, свершится тайна Божия, о которой Господь благовествовал через пророков, и нынешнему миру придёт конец (Откр. 10:7). Какую мелодию выведут их трубы, станет известно лишь в Судный день.

5. Конец Скитальца

“Волны рокотали уже над его головой; он погружался в них всё глубже, а часы вечности заиграли свой зловещий мотив: “Примите душу Скитальца!”. И тогда огненная пучина ответила, плещась об адамантовую скалу: “Места здесь хватит!” [14, с.527].

Полтора столетия были отпущены Мельмоту на выполнение условия сделки (поиск человека, согласного отдать душу в обмен на облегчение своей участи). В таком случае, надо понимать, Скиталец обрёл бы прощение. Однако он проиграл, и в этом состоит фантастический аспект романа.

Как показывает история, люди готовы заложить свои души дьяволу при куда менее щепетильных обстоятельствах. Почему они оказались столь стойкими перед одним из его посланцев в крайних, граничащих со смертью, ситуациях, вопрос. Можно предположить, что они отвергли сделку, увидев в участии Мельмота не спасение, а ужас, превосходящий земные муки. Мельмот сам – доказательство того, что “сделка с дьяволом” не спасает, а обрекает на ещё более жуткие муки: вечное проклятие, бесконечное скитание, изоляцию и отчуждение от мира и Бога.

В предисловии к “Прощённому Мельмоту” Оноре де Бальзак писал:

“Метьюрен проявил здравый смысл, не приведя своего героя в Париж; но странно, что этот полудемон не догадался отправиться туда, где на одного отказавшегося от сделки пришлось бы тысяча согласных” [1, с.418]. Цитируется по [5, с.609].

И если герои Метьюрина не продают душу дьяволу ни ради спасения себя или своих близких, ни ради власти или денег, то персонажи Бальзака заключают такой пакт без лишних размышлений. Но рано или поздно наступает час расплаты.

В книге о докторе Фаусте книгопродавца Иоганна Шписа демоны по истечении срока сделки разрывают мага на части либо сворачивают ему шею [17, с.28, 101].

Не менее ужасна и смерть Мельмота, которую он поначалу увидел во сне.

“Он посмотрел ввысь, но верхний пласт воздуха (ибо никакого неба там быть не могло) нависал непроницаемою кромешной тьмой. И, однако, он увидел там нечто ещё чернее всей этой черноты – то была протянутая к нему огромная рука; она держала его над самым краем адской бездны и словно играла с ним, в то время как другая такая же рука, каждое движение которой было непостижимым образом связано с движениями первой, как будто обе они принадлежали одному существу, столь чудовищному, что его невозможно было представить себе даже во сне, указывала на установленные на вершине гигантские часы; вспышки пламени озаряли огромный их циферблат. Он увидел, как единственная стрелка этих таинственных часов повернулась; увидел, как она достигла назначенного предела – полутораств лет ... Он вскрикнул и сильным толчком, какие мы часто ощущаем во сне, вырвался из державшей его руки, чтобы остановить роковую стрелку. От этого усилия он упал и, низвергаясь с высоты, пытался за что-нибудь ухватиться, чтобы спастись. Но падал он отвесно, удержаться было невозможно – скала оказалась гладкой как лёд; внизу бушевало пламя! Вдруг перед ним мелькнуло несколько человеческих фигур: в то время как он падал, они поднимались всё выше. Он кидался к ним, пытаясь за них уцепиться – за одну, за другую... Это были Стентон, Вальберг, Элинора Мортимер, Исидора, Монсада ... Он обернулся последний раз; взгляд его остановился на часах вечности; поднятая к ним гигантская чёрная рука, казалось, подталкивала стрелку вперёд; наконец она достигла назначенной ему цифры; он упал, окунулся в огненную волну, пламя охватило его, он закричал!” [14, с.527].

Так на другой день и случилось. В пробивший час демоны ада волоком вытащили тело Скитальца на вершину высокого утёса и там, как и Фауста, разорвав на части, сбросили в океан. Тот самый, который много раз снился ему под звуки адской музыки [14, с.530].

От него остался лишь найденный его потомком на вершине утёса платок, который он носил на шее.

6. Экранизации романа

Удивительно, что роман Чарльза Роберта Метьюрина, ставший одним из наиболее влиятельных произведений европейской готической литературы, переведённый на многие языки мира и оказавший заметное воздействие на последующих авторов (в частности, Бальзака, Бодлера, Эдгара По, Оскара Уайльда, Гоголя, Достоевского, Лавкрафта, Борхеса), до сих пор не получил полноценной художественной экранизации.

Существует лишь два документально-эссеистических фильма (“Immortal Stories” и “Melmoth the Wanderer”), снятых Фергусом Дейли в 2015 и 2020 годах и посвящённых истории создания романа Матюрина. Несмотря на название второго фильма, обе работы не являются художественными экранизациями романа, а представляют киноведческое исследование его культурного наследия, сочетающие документальные съёмки, интервью, чтение фрагментов текста и визуальные размышления о влиянии книги на европейскую культуру. Главная героиня – современная художница Эсперанса Колладо – путешествует по Ирландии, Испании и Франции, повторяя маршрут самого Мельмота и исследуя места, связанные с романом.

В фильмах подчёркивается, что роман Метьюрина представляет собой своеобразную “анатомию жестокости и страдания”. Мельмот постоянно появляется в моменты нравственного кризиса, отчаяния и искушения, становясь свидетелем предельных состояний человеческого существования. Поэтому его фигура интерпретируется скорее как проводник по пространству человеческих страданий, чем как простой демон-искуситель. Мотив бесконечного странствия приобретает экзистенциальный смысл. Вечное движение Мельмота, лишённого дома, завершённости и внутреннего примирения, отражает состояние современной европейской культуры, постоянно возвращающейся к вопросам памяти, вины, искупления и идентичности.

На наш взгляд, есть несколько причин, по которым роман, оказавший огромное влияние на европейскую литературу, так и не получил канонической киноадаптации.

1. “Мельмот-Скиталец” представляет собой своеобразную романную матришку: рассказ внутри рассказа; рукопись внутри рукописи; герой вспоминает другого героя, который читает третью историю и т. д.

Для литературы XIX века подобная композиция была приемлемой, но для кино она чрезвычайно тяжела.

2. Само название романа создаёт ложное ожидание.

Кажется, что Мельмот постоянно действует, однако он возникает эпизодически; большей частью наблюдает; предлагает сделку; а затем исчезает.

Солидную часть романа занимают судьбы совершенно других людей. Получается своеобразная “антология человеческих страданий”, объединённая фигурой Скитальца.

Для фильма это необычная конструкция.

3. Современное кино требует внешнего конфликта. У Метьюрина же конфликт имеет внутреннюю природу.

Практически весь роман построен на разговорах: о вере, свободе, отчаянии, спасении, смерти, бессмертии. Самые страшные сцены происходят не внешне, а в сознании персонажей.

4. Роман Метьюрина ошибочно относят исключительно к gothic horror.

На самом деле он ближе к экзистенциальному роману, философской притче и религиозной драме. Мельмот пугает не потому, что убивает. Он страшен потому, что ставит человека перед невозможным выбором.

Кинематографу значительно проще показать вампира или оборотня, чем изобразить внутреннюю борьбу между отчаянием и спасением.

5. В готических романах есть хотя бы частичная победа добра.

У Метьюрина практически все проигрывают.

Нет счастливой любви. Нет героического спасения. Нет победы героя.

Даже сам Мельмот оказывается жертвой собственного выбора.

Это очень тяжёлый материал для массового зрителя.

6. Неопределённость природы Мельмота

Мельмот одновременно: человек, демон, искушитель, жертва, философ. Он никогда не превращается в полноценного злодея. Но и положительным персонажем назвать его невозможно.

Современное кино предпочитает более чёткие архетипы.

7. Финал практически невозможно экранизировать.

Последние главы романа представляют собой мистическое видение: часы вечности, гигантская чёрная рука, огненный океан, хор погибших душ, ревущий ад, музыка вечности. Это скорее поэма в прозе, чем обычная сцена.

Если снять буквально – получится почти сюрреализм.

Если упростить – исчезнет философская глубина.

Если подытожить, то становится ясно, что подобный материал, вероятно, лучше всего смотрелся бы не как полнометражная картина, а как сериал-антология. Такую структуру успешно используют современные проекты вроде “Сумеречная зона”, “Чёрное зеркало” или “Кабинет редкостей” Гильермо дель Торо, где каждая история самостоятельна, но объединена общей философской идеей.

Заключение.

Образ Мельмота является одним из наиболее сложных художественных достижений европейской готической литературы XIX века. В отличие

от традиционного демона или классического фаустовского героя, он соединяет в себе роли искуителя и жертвы, преступника и страдальца, человека и носителя inferнального начала. Его бесконечное странствие становится символом духовного изгнания, невозможности возвращения к Богу и трагического разрыва между жадой абсолютного знания и нравственными пределами человеческого существования.

Проведённый анализ показывает, что художественная система романа строится на взаимодействии многочисленных библейских, мифологических и литературных архетипов. Символика внешнего облика Мельмота, его демонический смех, сопровождающая героя музыка, мотив вечного странствия и повторяющихся искушений образуют единую семиотическую систему, раскрывающую философскую проблематику произведения.

Вместе с тем Метьюрин существенно переосмысливает традиционный сюжет договора с дьяволом. Ни один из персонажей, оказавшихся перед лицом смерти или тяжелейших жизненных испытаний, не соглашается принять проклятие Мельмота, что подчёркивает превосходство духовных ценностей над земным благополучием. Именно в этом заключается нравственная доминанта романа, определившая его исключительное влияние на последующее развитие европейской литературы, готической традиции и художественной культуры.

Литература

1. Balzac H. *Melmoth reconcilee. Note de la premiere edition* // *Hevres completes de H. de Balzac. T.22.* – Paris: Calmann Lévy, 1879. – P. 418.
2. Chaplin S. *In Excess – Godwin's St Leon and Maturin's Melmoth the Wanderer* // *The Gothic and the Rule of Law, 1764–1820.* – London: Palgrave Macmillan, 2007. – P. 143–164. https://link.springer.com/chapter/10.1057/9780230801400_10.
3. Lampert-weissig L. *The Temporal Monstrosity of the Wandering Jew in Melmoth the Wanderer* // *"Anglistik: International Journal of English Studies"*. – 2019. – P.45–56. <https://escholarship.org/content/qt6hq9m3hs/qt6hq9m3hs.pdf>
4. Аверинцев С. Азасфер // *Мифы народов мира: В 2 тт. Т. 1.* – Москва: Наука, 1988. – С. 34.
5. Алексеев М. Метьюрин и его "Мельмот Скиталец" // *Метьюрин Ч. Мельмот Скиталец.* – Москва: Наука, 1983. – С. 531–638.
6. Батюшков Ф. Вечный жид // *Новый энциклопедический словарь: В 29 тт. Т. 12.* – СПб.: Брокгауз-Ефрон, 1914. – С. 224–230.
7. Варушкина А. В. *Образ мира в способы его создания в романе Ч. Р. Метьюрина "Мельмот Скиталец": Дис. ... канд. филол. наук.* – Воронеж, 2005. – 153 с.

8. Веселовский А. Легенды о Вечном жиде и императоре Траяне // “Журнал министерства народного просвещения”. – 1880. – № 7–8. – С. 85–97.
9. Гофман Э. Золотой горшок (пер. с нем. Вл. Соловьёва) // Гофман Э. Сказки. – Москва: Художественная литература, 1991. – С. 7–74.
10. Гофман Э. Эликсиры Сатаны (пер. с нем. Н. Славятинского). – Ленинград: Наука, 1984. – 286 с.
11. Исафилъ // Энциклопедический словарь: В 86 тт. Т. 13. – СПб.: Типография АО Брокгауз-Ефрон, 1900. – С. 459.
12. Лившиц Е. Английский контекст творчества Гоголя: Н. В. Гоголь и Ч. Р. Метьюрин: Дис. ... канд. филологических наук. – Москва: Российский гос. гуманитарный ун-т (РГГУ), 2001. – 221 с.
13. Макарова Л. С. Роман Ч. Р. Метьюрина “Мельмот-Скиталец” в контексте готической и романтической традиций. Дис. ... канд. филол. наук. – Нижний Новгород, 2001. – 212 с.
14. Метьюрин Ч. Мельмот-Скиталец (пер. с англ. А. Шадрина). – Москва: Наука, 1983. – 704 с.
15. Мильтон Д. Потерянный рай (пер. с англ. А. Штейнберга). – Москва: Худож. литература, 1982. – 414 с.
16. Муратов М. Мотив продажи души дьяволу в традиции готического романа // Студенческий научный форум 2012: IV Международная студенческая электронная научная конференция 15 февраля – 31 марта 2012 года. rae.ru/forum2012/pdf/1688.pdf.
17. Народная книга (пер. с нем. Р. Френкель) // Легенда о докторе Фаусте. – Москва: Наука, 1978. – С. 35–119.
18. Пиотровский М. Исафил // Мифы народов мира: В 2 тт. Т. 1. – Москва: Наука, 1988. – С. 571.
19. По Э. Израфелъ (пер. с англ. К. Бальмонта) // Собрание сочинений Эдгара По: В 5 тт. Т. 1. – Москва: Скорпион, 1901. – С. 51.
20. Рейхман П. Кто такой Мельмот? // Труды по русской и славянской филологии. Литературоведение. IV (Новая серия). – Тарту, 2001. – С. 126–155. <https://www.ruthenia.ru/document/505314.html>.
21. Стих про Мэри Шоу из фильма “Мёртвая тишина” (пер. с англ.). mistika.pro/stih-pro-meri-shou-iz-filma-mertvaya-tishina.
22. Читалочка о Фредди Крюгере (пер. с англ.). dic.academic.ru/dic.nsf/ruiwiki/1404872.
23. Шайтанов И. Английский романтизм // История зарубежной литературы XIX в.: В 2 ч. Часть 1. – Москва: Просвещение, 1991. – С. 54–56.

Научное издание

Научный диалог: теория и практика

Материалы международного научного форума
(г. Москва, Форум 16 июля 2026 г.)

Научный редактор Д.Р. Хисматуллин
Корректор А.И. Николаева

Подписано в печать 16.07.2026 г. Формат 60х84/16.
Усл. печ.л. 12,0. Тираж 500 экз.

Отпечатано в редакционно-издательском центре
издательства Инфинити

