ISSN 2520-2219

СОФИЯ

ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНО-ПРОСВЕТИТЕЛЬСКИЙ ЖУРНАЛ

2025 № 1

Учредители:
БГУ, Фундаментальная библиотека БГУ, ОО «Камея-клуб»

Руководитель проекта:
доктор филологических наук, профессор, председатель Совета ОО «Камея-клуб»,
член Союза писателей Беларуси *И. В. Казакова*

Редакционная коллегия:
д-р филол. наук, профессор *И. В. Казакова* – председатель (Беларусь);
д-р ист. наук, профессор *С. Н. Ходин* – заместитель председателя (Беларусь);

д-р юрид. наук *В. Н. Бибило* (Беларусь);
канд. хим. наук *Е. И. Василевская* (Беларусь);
д-р хим. наук *Т. Н. Воробьева* (Беларусь);
канд. филол. наук *О. А. Горбач* (Беларусь);
д-р филол. наук *А. Н. Гордей* (Беларусь);
д-р ист. наук *А. В. Гурко* (Беларусь);
д-р экон. наук *Е. Л. Давыденко* (Беларусь);
д-р юрид. наук *Т. И. Довнар* (Беларусь);
д-р филол. наук *Л. Р. Дускаева* (Россия);
д-р филос. наук *Р. Иманжүсіп* (Казахстан);
д-р ист. наук *И. И. Калачева* (Беларусь);
д-р социол. наук *Е. А. Кечина* (Беларусь);
канд. пед. наук *Е. В. Колотова* (Россия);
д-р биол. наук *Л. В. Комлюк* (Беларусь);
д-р социол. наук *И. В. Котляров* (Беларусь);
д-р ист. наук *А. Г. Кохановский* (Беларусь);
д-р хим. наук *Н. В. Логинова* (Беларусь);
д-р биол. наук *Н. П. Максимова* (Беларусь);
канд. экон. наук *О. Ф. Малашенкова* (Беларусь);
д-р культурологии *В. Ф. Мартынов* (Беларусь);
канд. пед. наук *С. Ю. Пащенко* (Украина);
д-р филос. наук *Т. Г. Румянцева* (Беларусь);
канд. филол. наук *А. А. Скоропадская* (Россия);
д-р культурологии *В. П. Скороходов* (Беларусь);
д-р культурологии *А. И. Смолик* (Беларусь);
д-р. филол. наук *Тао Юань* (Китай);
д-р ист. наук *С. Н. Ходин* (Беларусь);
канд. филол. наук *Чжан Хуншань* (Китай);
канд. филол. наук *Чэнь Ваньлэй* (Китай);
д-р филол. наук *Н. Г. Шаймердинова* (Казахстан);
д-р социол. наук *Б. А. Швагждиене* (Литва);
д-р гуманитар. наук *Р. Юрковский* (Польша);
д-р филол. наук *О. В. Яковлева* (Украина);
д-р филос. наук *Я. С. Яскевич* (Беларусь).

Редакция журнала:
Главный редактор *И. В. Казакова*
Заместитель главного редактора *В. Г. Кулаженко*
Ответственный редактор *Г. А. Фофанова*
Второй редактор *Ван Хуэй*
Литературный редактор *А. Н. Метлицкая*
Технический редактор *О. Е. Гопиенко*
Ответственный секретарь *К. С. Полянская*

Журнал основан в 2016 г. Периодичность издания – 2 раза в год.
На русском, белорусском и английском языках. ISSN 2520-2219
Включен в библиографическую базу данных научных публикаций «Российский индекс научного цитирования» (РИНЦ)
Включен в базу данных научной информации CNKI (China National Knowledge Infrastructure)

Содержание статей не всегда совпадает с точкой зрения редакции.
Ответственность за точность и правильность информации, содержащейся в статьях, несут авторы публикаций
Статьи китайских авторов представлены в авторской редакции.

Рецензенты номера:

доктор биологических наук, профессор кафедры анатомии
Белорусского государственного университета физической культуры
С. Б. Мельнов;

кандидат экономических наук,
доцент кафедры международной политической экономии БГУ
А. А. Коган;

кандидат педагогических наук, доцент,
заведующий кафедрой физического воспитания и спорта БГУ
Ю. И. Масловская.

Е. Е. Кострыкина

УДК УДК 796.015.62

Кафедра физического воспитания и спорта, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ СНА НА ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ПОСЛЕДСТВИЯ ЕГО НЕДОСТАТКА

В статье исследуются значимость сна и его влияние на психическое и физическое здоровье. Изучены проблемы, вызываемые недостатком сна. Подчёркивается важность соблюдения циркадного ритма и здорового образа жизни для обеспечения качественного сна.

Ключевые слова: сон; фазы сна; качественный сон; белки; физическое состояние.

Образец цитирования: Кострыкина, Е. Е. Влияние сна на физическое состояние человека и последствия его недостатка / Е. Е. Кострыкина // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 3–7.

E. Kostrykina

Department of Physical Education and Sports, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

THE IMPACT OF SLEEP ON HUMAN PHYSICAL CONDITION AND THE CONSEQUENCES OF ITS LACK

The article investigates the significance of sleep and its impact on mental and physical health. Problems caused by a lack of sleep are examined. The importance of maintaining circadian rhythm and a healthy lifestyle to ensure quality sleep is emphasized.

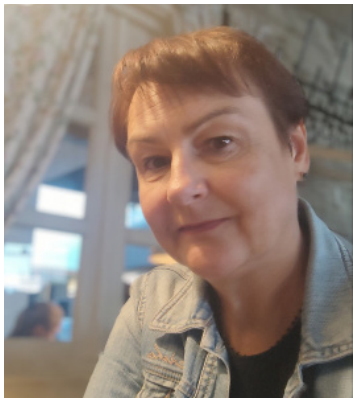
Keywords: sleep; sleep phases; quality sleep; proteins; physical condition.

For citation: Kostrykina, E. The Impact of Sleep on Human Physical Condition and the Consequences of Its Lack. Sophia. 2025;1:3–7. Russian.

Автор:
Екатерина Евгеньевна Кострыкина – старший преподаватель кафедры физического воспитания и спорта Белорусского государственного университета.

katrin10061966@mail.ru

Author:
Ekaterina Kostrykina – Senior lec-turer of the Department of Physical Education and Sports of Belarusian State University.



Изучение влияния сна на физическое состояние человека остаётся всегда актуальным, особенно в современном мире, где многие сталкиваются с проблемами качества и продолжительности сна. Сон – не просто время отдыха, это важный физиологический процесс, который играет ключевую роль в поддержании здоровья и работоспособности человека. В последние годы значительное внимание исследователей привлекает влияние качественного и количественного сна на наше физическое состояние. Исследования показывают, что недостаток сна может привести не только к ухудшению настроения и работоспособности, но и к серьёзным физическим проблемам. В настоящей статье мы рассмотрим, как именно влияет сон на организм, а также выясним, какие негативные последствия могут возникнуть в случае хронического недосыпания.

Сон делится на две важные фазы: фаза медленного сна, или NREM-фаза (*non-rapid eye movement sleep*), и быстрый сон, или REM-фаза (*rapid eye movement sleep*). Медленный сон делится на четыре этапа. Когда мы входим в стадию лёгкого медленного сна, температура тела будет падать, активность мозга замедляется. И когда мы вступаем в глубокий медленный сон (третий и четвёртый этапы), внезапно в нашем мозге возникают мощные электрические волны. Фактически восстанавливается иммунитет. Помимо этого, происходит перестройка нашей сердечно-сосудистой системы. В мозге глубокий медленный сон помогает собрать воспоминания, закрепить нейронные сети. В фазе быстрого сна мы видим яркие сны. Электрическая активность мозга, фактически, снова постепенно повышается, и именно во время быстрого сна мы получаем больше всего эмоций. Обе эти фазы циклично проходят в организме. Весь цикл перехода одной фазы в другую составляет около 90 минут, то есть наш сон состоит из 90-минутных циклов. Но соотношение медленного и быстрого сна разное. В первые 2/3 ночи, как правило, превалирует медленный сон. Когда наступает последняя треть, то баланс смещается в сторону быстрого сна, и теперь большинство 90-минутных циклов включает большее число стадий быстрого сна или сна сновидений, а также второй стадии медленного сна, его более лёгкой формы. Если человек зачастую ложится в 10:00 вечера и просыпается в 6:00 утра, то продолжительность сна составляет 8 часов. Если же вдруг стало необходимо встать пораньше и он просыпается в 4:00, а не в 6:00 утра, то сколько сна на самом деле будет потеряно? Два часа из восьмичасового ночного сна, что означает потерю 20 % сна. Это утверждение и верно, и одновременно неверно. Будет потеряно 20 % сна, поскольку большая часть быстрого сна приходится ко второй половине ночи, особенно на последние несколько часов, то может быть потеряно 60–70 % сна.

Здоровый сон считается залогом успеха в карьере, учёбе и жизни. При современном укладе жизни на человека идёт большой поток информации, которая накапливается в мозге в течение дня. Нужная информация запоминается надолго, а ненужная как бы «стирается» из памяти. Продолжительность сна должна составлять примерно 8 часов, а зависит она от факторов психического, физического состояния здоровья человека и характера его деятельности. Сон составляет большую часть его жизни. Если человек страдает бессонницей или вообще долго не спит, он может погибнуть. Умственный труд, длительные эмоциональные перенапряжения, большой поток информации являются причинами нарушения сна [3].

Качество и продолжительность сна зависят от многих факторов: возраста, образа жизни, состояния здоровья, а также питания и степени нагрузки. Кроме того,

на качество сна влияют и внешние факторы: шум, время года, температура воздуха. Нарушение длительности сна считается фактором риска, который в некоторых случаях может приводить к бессоннице. Согласно исследованиям, количество часов сна сильно влияет на активность в течение дня. Недосыпание приводит к когнитивным нарушениям. Ежедневное недосыпание ведёт к накапливаемому с каждым последующим днём снижению производительности труда. Физическая активность будет падать прямо пропорционально количеству недостатка сна [1].

Даже после одной бессонной ночи, которая случалась в жизни практически у каждого человека, появляется усталость, снижается концентрация внимания, возникают трудности со сложной деятельностью. Если не спать две-три ночи, то нарушается координация движений и фокусировка зрения. В дальнейшем появляются раздражительность, замедление движений, нечёткость речи, галлюцинации, странности в поведении. Человек не может поддерживать беседу, становится безразличен к окружающему миру, возникают трудности в совершении простейших дел [2].

Недостаток сна – следствие постоянного недосыпания – выходит далеко за рамки простого чувства усталости. Он оказывает значительное влияние на когнитивные функции, приводя к трудностям с концентрацией внимания, провалам в памяти и нарушению процесса принятия решений.

При недосыпании у людей старшего возраста возникает угроза развития инсульта, плохой сон может спровоцировать онкологические заболевания, снижается чувствительность к инсулину, что приводит к сахарному диабету. При хроническом недосыпании у человека повышается артериальное давление, развивается атеросклероз. Немаловажную роль играет сон в жизни молодого, растущего и развивающегося организма – при недосыпании у подростка понижается иммунитет, возникает плохая восприимчивость информации на уроке, снижается успеваемость, появляется агрессивность, раздражительность, такое состояние наблюдается и при избытке сна [3].

Гормональный дисбаланс, вызванный недостатком сна, часто приводит к тяге к нездоровой пище, что способствует увеличению веса и нарушению обмена веществ. В свою очередь это повышает риск развития таких хронических заболеваний, как ожирение, диабет и сердечно-сосудистые заболевания. Последствия недостатка сна выходят за рамки отдельного человека и распространяются на общество, влияя на производительность труда, безопасность на рабочем месте и общее состояние здоровья населения.

Качественный сон – это основная необходимость для психического и физического благополучия. Когда мы говорим о сне, подразумеваем не просто отдых: сон обеспечивает оптимальное функционирование нашего организма. Замысловатая взаимосвязь между сном и нашими физиологическими процессами подчёркивает критическую роль качественного отдыха в поддержании физического здоровья на пике.

Во время сна в нашем организме происходит ряд важнейших процессов, которые способствуют общему благополучию. Один из ключевых аспектов – восстановление иммунной системы. Во время сна организм выделяет цитокины – белки, играющие важнейшую роль в иммунном ответе на инфекции и воспаления. Это означает, что хороший сон – не просто ощущение бодрости, он активно поддерживает иммунную систему, помогая нам противостоять болезням, обеспечивая надёжную защиту от внешних угроз.

Кроме того, нельзя переоценить роль сна в регуляции гормонального фона. Гормон роста, отвечающий за такие важные процессы, как восстановление мышц и общее

развитие организма, в первую очередь выделяется во время глубокого сна. В свою очередь недостаточный сон может нарушить баланс кортизола, гормона регуляции стресса, что приведёт к повышению уровня стресса и потенциальным долгосрочным проблемам со здоровьем. По сути, ночные часы, которые мы проводим во сне, не являются пассивными; это динамичная и важная часть поддержания хрупкого равновесия, необходимого для оптимального физического здоровья [4].

Для обеспечения спокойного и восстанавливающего сна очень важно сформировать здоровые привычки сна. Привычка ложиться спать и просыпаться в одно и то же время каждый день, даже в выходные, помогает синхронизировать внутренние часы нашего организма, известные как циркадный ритм. Это позволяет организму предвидеть, когда пора засыпать, а когда – просыпаться, что делает весь цикл сна и бодрствования более эффективным и результативным. Оптимизация такого фактора, как температура в комнате (в ней не должно быть ни слишком жарко, ни слишком холодно), обеспечит комфорт, необходимый для крепкого сна. Не менее важно управлять освещённостью: приглушение света по мере приближения времени отхода ко сну сигнализирует нашему организму, что пора готовиться ко сну.

Людям с относительно большой продолжительностью сна для увеличения его эффективности и качества стоит адаптировать распорядок дня к циркадному ритму. Биологические часы, или циркадный ритм, контролируются напрямую мелатонином, который в свою очередь при повышенной концентрации в вечернее время улучшает процесс засыпания.

Согласно исследованиям, количество часов сна, которое мы можем себе позволить в ночное время, сильно влияет на производительность труда как в течение следующего дня, так и в недалёком будущем. При нормальном количестве часов ночного сна (7–8 часов) ежедневная производительность труда сохраняется на высоком и стабильном уровне.

Показано, что нарушение или недостаток сна неблагоприятно сказываются на самочувствии человека, при недосыпании мозг теряет часть ткани; чтобы избежать подобное влияние, следует придерживаться здорового образа жизни. Человек, который соблюдает здоровый образ жизни и следит за своим моральным и физическим состоянием (в частности, состоянием сна), может избежать негативных эффектов в случае его недостатка. Сон составляет 1/3 всей жизни человека, и если человек страдает бессонницей или долго не спит, он может погибнуть. Огромную роль в нарушении сна играют факторы внешней среды: температура воздуха, недостаток кислорода и др. Придерживаясь здорового образа жизни, люди вполне способны выйти из зоны риска.

Полноценный сон представляет собой необходимую часть жизни и важнейший фактор, способствующий сбалансированному физическому, психологическому и умственному состоянию человека. Обеспечивая постоянный цикл сна (ложась и просыпаясь в одно время), человек улучшает качество жизни. Сон также играет важную роль в спортивных достижениях и восстановлении физического состояния спортсменов, для которых весьма необходимо наблюдать за качеством и количеством своего сна, особенно в периоды интенсивных тренировок и соревнований. Здоровый и полноценный сон стимулирует восстановление ресурсов человека, поддержание здорового веса и улучшает обмен веществ. Во время сна клетки вырабатывают больше белка, выводятся токсины, причиняющие вред человеку, распределяется кровь по всему

организму. Следовательно, сон является неотъемлемой частью здорового образа жизни и необходим для обеспечения всех жизненно важных функций организма.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Гнусова, Е. С.* Влияние сна на физическое и моральное состояние человека / Е. С. Гнусова, Ю. В. Калабин // Научные и образовательные основы в физической культуре и спорте. – 2023. – № 3. – С. 47–50.

2. Интернет-портал «Семейный доктор» [Электронный ресурс] // Влияние качественного сна на здоровье человека, 2019. – Режим доступа: https://familydoctor.ru/. – Дата доступа: 21.10.2024.

3. *Карпова, Т. В.* Влияние сна на организм человека / Т. В. Карпова // Наука, техника и образование. – 2017. – № 4. – С. 118–120.

4. *Уолкер, М.* Зачем мы спим. Новая наука о сне и сновидениях / М. Уолкер. – М. : Азбука Аттикус, 2018. – 480 с.

Н. В. Микитченко

УДК 57.021

Кафедра физического воспитания и спорта, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРОННЫХ СИГАРЕТ НА ФИЗИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА И ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛИТЕЛЬНОГО КУРЕНИЯ

В статье затрагивается тема электронных сигарет, исследуется влияние курения на организм человека, включая влияние курения на подростков и их здоровье. Чтобы выяснить, является ли курение электронных сигарет безопасным, рассматривается состав жидкостей, которые заливаются в устройства.

Ключевые слова: электронная сигарета; влияние на организм; пассивное курение; состав никотиновых жидкостей.

Образец цитирования: Микитченко, Н. В. Влияние электронных сигарет на физическое состояние человека и последствия длительного курения / Н. В. Микитченко // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 8–12.

N. Mikitchenko

Department of Physical Education and Sports, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

THE EFFECT OF E-CIGARETTES ON THE PHYSICAL CONDITION OF A PERSON AND THE CONSEQUENCES OF LONG-TERM SMOKING

The article will address the topic of electronic cigarettes and, above all, the impact of smoking on the human body. In order to find out whether smoking electronic cigarettes is safe, first of all, the question of the composition of liquids that are poured into the devices will be considered.

Keywords: Electronic cigarette; effects on the body; secondhand smoke; composition of nicotine liquids.

For citation: Mikitchenko, N. The Effect of E-Cigarettes on the Physical Condition of a Person and the Consequences of Long-Term Smoking. Sophia. 2025;1:8–12. Russian.

Автор:
Надежда Владимировна Микитченко – старший преподаватель кафедры физического воспитания и спорта Белорусского государственного университета.

Nadyha0683@mail.ru

Author:
Nadezhda Mikitchenko – Senior lecturer of the Department of Physical Education and Sports of Belarusian State University.

Обычный сигаретный дым наносит вред практически каждому органу тела и является основной причиной смерти в мире. Результаты десятилетних исследований показывают его связь с некоторыми заболеваниями. Широко рекламируемые электронные системы доставки никотина, такие как электронные сигареты (ЭС), доступны даже с высокой концентрацией никотина. В 2019 году тяжёлая вспышка заболевания лёгких (EVALI) привела к нескольким смертям, которые были вызваны повреждением лёгких, связанным с использованием электронных сигарет и (или) вейпинговых продуктов. Несмотря на то, что тенденция использования электронных сигарет среди подростков продолжает расти, информации о влиянии дыма электронных сигарет на здоровье полости рта и общее состояние здоровья по-прежнему мало. В этой статье поднимаются вопросы о возможных последствиях для здоровья из-за использования электронных сигарет, а также последствиях для здоровья вторичного и третьего дыма у некурящих.

Изучение теоретического материала по физико-химическим свойствам электронных сигарет и состава никотиновых жидкостей, а также информации о влиянии дыма электронных сигарет на здоровье позволило обратить внимание на свойства организма, связанные с использованием электронных сигарет, и сформулировать соответствующие выводы.

Разные научные и медицинские учреждения путём анализа данных из медицинских журналов и баз данных (*eLibrary*, *PubMed*, *КиберЛенинка*), анкетирования и опросов, проводимых среди разных групп населения, а также лабораторных исследований влияния компонентов электронных сигарет на организм оценивают возможные риски вследствие использования электронных сигарет.

Электронные сигареты работают от батареи, генерирующей электрический ток, который зажигает нить накала, расположенную на распылителе. Зажжённая нить накала испаряет жидкость в картридже электронной сигареты, образуя аэрозоль. При этом зажигание нити накала приводит к переносу тяжёлых металлов и наночастиц в аэрозоль, который может проникнуть в лёгкие и причинить вред здоровью.

Если говорить о составе жидкости для электронных сигарет, то в неё входят:

- пропиленгликоль (от 55 до 62 %) – прозрачная вязкая жидкость, которая является растворителем для многих веществ. Иногда (в более крепких составах электронных сигарет) может содержаться до 95 % этого вещества. Проблема в том, что у некоторых людей данное вещество может вызвать достаточно сильную аллергию [2];
- глицерин (от 30 до 35 %) – также вязкая прозрачная жидкость, имеющая немного сладкий вкус (с греч. *glykys* переводится как «сладкий»). Его добавляют, чтобы сделать курение более мягким, поэтому пар не так сильно раздражает полость рта.

Ароматизаторы в жидкостях для электронных сигарет представляют не меньшую угрозу для здоровья. Добавление ароматизаторов привлекает курильщиков и снижает восприятие риска электронных сигарет прежде всего среди молодёжи и начинающих курильщиков, что отчасти способствует эпидемиологической тенденции использования электронных сигарет в молодёжной среде. Подобно PG/VG, эти агенты обозначены службами по надзору в сфере здравоохранения и социального развития

(FDA) как безвредные (*gras*), однако данные о безопасности их ингаляционного воздействия ограниченные.

Например, диацетил (бутандион или 2,3-бутандион) представляет собой химическое вещество с интенсивным маслянистым вкусом, известное своей лёгочной токсичностью, вызывающей через вдыхание облитерирующий бронхиолит или «попкорновое лёгкое» у работников микроволновых печей для попкорна. Многочисленные исследования учёных обнаружили диацетил и его дикетоновый аналог (2,3-пентандион) в жидкостях для вейпа. Однако предполагаемое количественное воздействие дикетонов в ароматизированных электронных сигаретах остаётся ниже, чем у обычных сигарет. По одной из оценок, количество диацетила, образующегося в качестве продукта деградации при горении в традиционных сигаретах, может быть в 100 раз больше, чем в электронных.

Никотин – единственное вещество в составе жидкости для электронных сигарет, которое признаётся вредным. При этом следует понимать, что его присутствие считается логичным. Электронные сигареты являются средством заместительной терапии, чаще всего их начинают курить те люди, которые отказались от традиционных сигарет. Поэтому такое вещество необходимо, чтобы человек, отказывающийся от табака, мог избежать физических страданий, вызванных отсутствием никотина. Его наличие нужно и для появления эффекта тротхита или «удара по горлу», который проявляется в раздражении нервных окончаний, расположенных в верхних дыхательных путях. За счёт этого человек получает удовольствие от курения.

В обычных и электронных сигаретах никотин является основным химическим компонентом, ответственным за привыкание к табачным изделиям. По данным производителей электронных сигарет, одно вейп-устройство может содержать столько же никотина, сколько пачка из 20 обычных сигарет. Недавнее исследование, проведённое системой отслеживания изменённых данных (CDC), показало, что 99 % электронных сигарет, продаваемых в США, содержат никотин. Отмечено, что на некоторых этикетках не указывается, содержат ли сигареты никотин, а некоторые из них продаются с указанием 0 % никотина, хотя они его содержат. Использование вейп-устройств, содержащих никотин, в подростковом возрасте может нарушить части мозга, отвечающие за внимание, обучение, настроение и контроль импульсов. Мозг продолжает развиваться примерно до 25 лет, и каждый раз, когда создаётся новое воспоминание или усваивается новый навык, между нейронами образуются более сильные синапсы, на формирование которых может отрицательно влиять никотин.

Как бы ни убеждали производители о безвредности устройств электронных сигарет, в случае активного использования они представляют большую угрозу для здоровья [2]. Исследования показывают, что использование электронных сигарет может привести к:

- развитию никотиновой зависимости;
- заболеваниям дыхательной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем;
- повышенному уровню адреналина и окислительного стресса, увеличивающему риск сердечно-сосудистых заболеваний [4].

Американские учёные провели эксперимент, в котором они наблюдали за здоровьем 23 регулярных пользователей электронных сигарет, использовавших эти устройства, как минимум, в течение года, а также 19 человек, никогда не употреблявших никакие сигареты. Возраст добровольцев составлял от 21 года до 45 лет. Выяснилось,

что участники первой группы значительно чаще демонстрировали повышенный уровень адреналина в сердце и увеличенный оксидативный стресс. Это хорошо известные механизмы, которые увеличивают риск сердечно-сосудистых заболеваний у любителей обычных сигарет.

Особенно электронная сигарета стала пользоваться популярностью среди подростков [5]. На сегодняшний день электронные сигареты пробуют даже те, кто ни разу не брал в руки сигарету, кому не нужно бороться с зависимостью, но, не задумываясь, молодые люди пробуют электронные сигареты и приобретают новую зависимость. Согласно данным статистики, в 2011 году около 1,5 % учащихся курили электронные сигареты, а к 2015 году этот показатель вырос до 16 %.

При употреблении электронных сигарет подростками ухудшается прежде всего их умственная активность. Этот эффект можно увидеть по снижению уровня их успеваемости в школе, физических возможностей при занятии спортом и прочему. Ребёнок чаще всего становится без причины раздражительным, у него резко меняется настроение, начинаются проблемы с органами дыхательной системы.

Всемирной организацией здравоохранения было размещено сообщение о том, что безопасность электронных сигарет не является подтверждённой. Кроме того, очевиден тот факт, что курение электронной сигареты не избавляет от психологической зависимости, которая возникает у курильщика. Изучение публикаций по теме показало распространённость использования электронных сигарет, особенности их влияния на молодой организм, возможность формирования никотиновой зависимости у курильщиков электронных сигарет, появление ряда заболеваний дыхательной, сердечно-сосудистой и пищеварительной систем и других заболеваний [3].

Результаты обзора показали влияние доступности электронных сигарет, которые молодые люди могли курить не только дома, но и в общественных местах. Электронные сигареты и вещества, содержащиеся в парении, многие из которых являются канцерогенами, способны негативно влиять на формирование заболеваний у курильщиков. Отмечена недостаточная информированность молодёжи о негативных последствиях употребления электронных сигарет.

Выводы. Электронные сигареты рекламируются как «более безопасная» альтернатива обычным сигаретам и как средство отказа от курения.

Жидкости для вейпов содержат разные химические вещества, включая пропиленгликоль, растительный глицерин и ароматизаторы. При нагревании эти компоненты могут разлагаться и образовывать токсичные соединения, такие как формальдегид и акролеин. Вдыхание пара может вызывать воспаление дыхательных путей и другие респираторные проблемы, это также может привести к таким более серьёзным проблемам, как рак горла. Некоторые исследования связывают вейпинг с кашлем, одышкой и ухудшением состояния лёгких. Никотин и содержащиеся в сигаретах другие химические вещества могут повышать артериальное давление и увеличивать риск сердечно-сосудистых заболеваний.

Для обеспечения здоровьесбережения подростков и молодёжи необходимы строгое соблюдение существующих законодательных ограничений, выполнение мер, ограничивающих продажу электронных сигарет и их рекламу, а также разработка и реализация для детей, подростков и молодёжи профилактических программ в учреждениях образования [3]. Профилактические программы, реализуемые в образовательных

организациях, должны содержать информацию о влиянии электронных сигарет на здоровье и о возможных последствиях при несоблюдении ограничительных мер [1].

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Гамбарян, М. Г.* Оценка реализации законодательных мер по ограничению торговли табачной продукцией и ее демонстрации в пунктах продаж по результатам анализа литературы и репрезентативного опроса ЭПОХА-РФ / М. Г. Гамбарян [и др.] // Профилактическая медицина. – 2022. – Т. 25. – № 12. – С. 21–31.

2. *Салагай, О. О.* Электронные системы доставки никотина и нагревания табака (электронные сигареты): обзор литературы / О. О. Салагай, Г. М. Сахарова, Н. С. Антонов // Наркология. – 2019. – Т. 18. – № 9. – С. 77–100.

3. *Трусь, Е. И.* Отношение подростков к электронным сигаретам и осведомленность о влиянии на организм человека / Е. И. Трусь, А. А. Мельгуй, Е. Р. Удодова // Актуальные проблемы медицины : сб. материалов итоговой науч.-практ. конф., Гродно, 27 янв. 2022 г. – Гродно: Гродненский гос. мед. ун-т, 2022. – С. 500–501.

4. *Федорюк, Ю. А.* Влияние электронных сигарет на здоровье человека [Электронный ресурс] / Ю. А. Федорюк // Материалы IX Междунар. студенческой науч. конф. «Студенческий научный форум». – Режим доступа: https://scienceforum.ru/2017/article/2017036222 . – Дата доступа: 15.10.2024.

5. *Bao, W.* Electronic Cigarette Use Among Young, Middle-aged, and Older Adults in the United States in 2017 and 2018 / W. Bao [et al.] // JAMA Intern Med. – 2020. – № 180 (2). – 313–314 p.

Е. И. Пехота

УДК 378.015.31:796

Кафедра физического воспитания и спорта, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

МОДЕЛИ ДОЛГОСРОЧНОГО СПОРТИВНОГО РАЗВИТИЯ МОЛОДЁЖИ

Долгосрочное спортивное развитие молодёжи – это концепция, направленная на постепенное систематическое развитие физических и спортивных навыков у молодых людей с учётом их индивидуальных особенностей. Целью долгосрочного спортивного развития является формирование устойчивой мотивации к физической активности, сохраняемой на протяжении жизни. В статье рассматриваются традиционные и современные методы ведения учебного процесса по физической культуре, а также анализируются модели долгосрочного развития физической активности молодых людей.

Ключевые слова: физическая активность; спортивные навыки; учебный процесс.

Образец цитирования: Пехота, Е. И. Модели долгосрочного спортивного развития молодёжи / Е. И. Пехота // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 13–19.

E. Pehota

Department of Physical Education and Sports, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

MODELS OF LONG-TERM SPORTS DEVELOPMENT OF YOUTH

Long-term youth sport development is a concept aimed at the gradual and systematic development of physical and sporting skills in young people, taking into account their individual characteristics. The goal of long-term sports development is to form a sustainable motivation for physical activity that lasts throughout life. The article discusses traditional and modern methods of teaching physical education, and analyzes models of long-term development of physical activity of young people.

Keywords: physical activity; sports skills; learning process.

For citation: Pehota, E. Models of Long-term Sports Development of Youth. Sophia. 2025;1:13–19. Russian.

Автор:
Екатерина Ивановна Пехота – старший преподаватель кафедры физического воспитания и спорта Белорусского государственного университета.
katty-fe@mail.ru

Author:
Ekaterina Pehota – Senior lecturer of the Depart-ment of Physical Education and Sports of Belarusian State University.

Современные проблемы физического развития молодёжи вызывают всё большее беспокойство среди учёных, педагогов и специалистов в области спорта и здоровья. Снижение уровня физической активности, рост числа людей с ожирением и недостаточно развитые двигательные навыки представляют собой значительные вызовы для общества. Физическая активность благотворно влияет на здоровье населения, снижая риск таких неинфекционных заболеваний, как сердечно-сосудистые заболевания, диабет 2-го типа и онкологические заболевания отдельных локализаций. По данным Всемирной организации здравоохранения людям в возрасте 18–64 лет требуется не менее 150–300 минут физической нагрузки в неделю, однако многие пренебрегают этими рекомендациями [3].

Физическая подготовка молодых людей также может рассматриваться как инструмент, который впоследствии способен обеспечить всестороннее развитие личности. Регулярные физические нагрузки не только укрепляют здоровье, но и способствуют развитию таких ключевых качеств, как самодисциплина, уверенность в себе, умение работать в команде и целеустремлённость. Через спорт и физическую активность молодёжь учится преодолевать трудности, адаптироваться к новым ситуациям и справляться с неудачами, что важно для развития психологической устойчивости и формирования позитивного жизненного мировоззрения [4, с. 86–87; 6, с. 255].

В настоящее время растёт интерес к моделям, предоставляющим возможность долгосрочного спортивного развития людей. Такие системы направлены как на достижение быстрых результатов в спорте, так и на создание условий для поддержания здоровья и активности на всех этапах жизни человека. Основное внимание уделяется последовательному развитию, где тренировки адаптируются под индивидуальные особенности, позволяя каждому человеку независимо от возраста и уровня подготовки успешно вовлекаться в физическую активность. Подобные модели подчёркивают важность комплексного подхода, где акцент делается не только на развитии физической силы и выносливости, но и на формировании грамотности в отношении спорта, координации и гибкости. Спортивные навыки, освоенные в молодом возрасте, создают прочную основу для поддержания активного образа жизни в будущем и снижают риск травм [8, с. 5].

В целях выявления оптимальных методов, обеспечивающих повышение физической активности и развитие личностных качеств, необходимых для формирования устойчивой мотивации к активному образу жизни, нами проанализированы современные подходы к физическому развитию молодёжи и предложения по интеграции этих моделей в единую систему.

В данном исследовании использовались методы сравнительного анализа, критический обзор литературы и метод моделирования для разработки интегративной модели долгосрочного спортивного развития молодёжи. Проведён анализ традиционных и современных подходов к физическому воспитанию молодёжи на основе данных, представленных в работах отечественных и зарубежных исследователей. Основное внимание уделялось выявлению факторов, влияющих на приверженность студентов к физической активности.

Традиционные методы физической подготовки студентов в основном сосредоточены на достижении спортивных результатов и выполнении установленных нормативов. Эти подходы часто включают структурированные тренировки, где акцент делается

на технические навыки и физические упражнения, и не всегда способствуют полноценному вовлечению всех студентов, а также формированию устойчивых привычек к физической активности на протяжении жизни. По мнению многих исследователей, такие методы могут быть недостаточно эффективными, так как не учитывают индивидуальные особенности и разнообразные потребности студентов, что негативно сказывается на их мотивации и участии в занятиях [11, с. 5].

Одной из ключевых характеристик традиционных подходов является высокий акцент на преподавательском контроле обучения. При этом все важные решения относительно учебного процесса принимаются преподавателем и строго им контролируются. Тем не менее это может приводить к недостаточному развитию личностных и социальных навыков, а также снижать заинтересованность и мотивацию студентов, поскольку они выступают как пассивные исполнители заданий, а не как активные участники, осознающие важность физической активности для собственного здоровья. В результате студенты могут терять интерес к занятиям, видя в них лишь обязательный элемент учебного процесса, но не способ развития личных навыков и поддержания физического состояния [9].

Преимуществом традиционных подходов является стабильность и предсказуемость результатов, однако исследования показывают, что простое участие в занятиях физической культурой не всегда ведёт к положительным результатам и требуется применение более адаптивных и ориентированных на потребности студентов методов обучения [10].

Необходимость пересмотра традиционных подходов к физическому развитию становится очевидной. Важно учитывать, что физическая активность должна восприниматься не только как средство достижения спортивных целей, но и как ключевой компонент здоровья и благополучия студентов в их дальнейшей жизни.

Современные программы физической подготовки студентов стремятся уйти от традиционной направленности на спортивные достижения и перейти к более всестороннему подходу, ориентированному на развитие здоровья, общих физических навыков и личностных качеств. Основной акцент делается на индивидуальный подход к обучению, позволяющий адаптировать физическую активность под потребности каждого студента. Такие программы ставят перед собой задачу формирования привычки к физической активности, сохраняемой на протяжении всей жизни. Современные подходы часто используют гибкие методы, в которых внимание уделяется не только физическим упражнениям, но и психологическим аспектам здоровья студентов. Это включает в себя внедрение игровых методов, использование технологий. Одним из таких примеров является методика кооперативного обучения, которая фокусируется на развитии социальных и личностных навыков, а также на взаимодействии между студентами в процессе физической активности [7, с. 6–11; 12].

Одним из современных подходов к преподаванию дисциплины физической культуры является также развитие самостоятельности и дисциплины студентов методом проведения самостоятельных занятий. В условиях ограниченного времени, выделенного на учебные занятия, самостоятельные тренировки становятся важным элементом поддержания физической активности и укрепления здоровья. Для этого студенты получают базовые знания о технике выполнения упражнений, принципах прогрессивной нагрузки, методах самоконтроля и мерах безопасности. Эти знания обычно передаются на обязательных занятиях по физической культуре и дополняются учебными

пособиями, методическими рекомендациями и специальными программами. Вначале преподаватели помогают студентам составить план тренировок, адаптированный к их уровню подготовки, состоянию здоровья и целям. Со временем студенты переходят к самостоятельному планированию, способствующему формированию у них привычки к регулярной физической активности, что положительно влияет на их физическое и психическое здоровье, улучшает самочувствие и помогает успешно справляться с академическими нагрузками [5, с. 21–25].

Похожих целей можно достичь также и с помощью форм онлайн-обучения, которое представляет собой современный формат, позволяющий студентам заниматься спортом и физическими упражнениями в удобное для них время и в удобном для них месте. Этот подход включает в себя видеоматериалы, интерактивные платформы, виртуальные тренировки и консультации с преподавателями, расширяет доступ к физической активности для студентов с разным уровнем подготовки. Онлайн-формат позволяет интегрировать индивидуальные программы, мониторить прогресс и обеспечивать поддержку в режиме реального времени, что способствует формированию у студентов самостоятельности и навыков самоконтроля в выполнении физических упражнений [1, с. 28–29]. Такие методы помогают студентам осознавать важность физической активности не только в учебное время, но и за его пределами, а это стимулирует формирование привычек здорового образа жизни. В отличие от традиционных методов, современные подходы стремятся к тому, чтобы каждый студент вне зависимости от уровня подготовки нашёл свою мотивацию и интерес к занятиям спортом. Более того, они способствуют укреплению физического и психоэмоционального здоровья студентов, что помогает справляться с академическими нагрузками и стрессами, связанными с учёбой. И всё же эти модели сталкиваются с рядом проблем, таких как сложность в обеспечении персонализированного подхода в больших группах и поддержания вовлечённости студентов в долгосрочной перспективе [10].

Таким образом, оба подхода имеют свои сильные и слабые стороны. Традиционные методы дают быстрые результаты в спортивных достижениях, но недостаточно ориентированы на долгосрочное развитие и мотивацию. Современные модели, в свою очередь, помогают формировать привычки к физической активности и развивают личностные качества, однако требуют доработки для учёта разнообразных потребностей студентов. В связи с этим нами предложена комплексная модель, которая объединяет лучшие стороны обоих подходов, обеспечивая как физическое развитие, так и психосоциальную устойчивость и мотивацию к активному образу жизни.

Результаты анализа моделей физического развития показали, что существующие подходы – как традиционные, так и современные – имеют значительные ограничения, влияющие на вовлечённость и долгосрочную мотивацию студентов. Традиционные методы не адаптированы под индивидуальные особенности студентов, а современные модели, хотя и ориентированы на развитие личных качеств и психологической устойчивости, не всегда обеспечивают систематический и последовательный рост спортивных навыков. Комплексная модель долгосрочного спортивного развития направлена на решение этих проблем и включает в себя несколько ключевых аспектов, среди которых:

- *адаптация тренировок к уровню подготовки (индивидуальный подход)*. Это позволяет учитывать биологические и физические особенности студентов, обеспечивая безопасность и эффективность занятий;

- *комплексное развитие личности*. Акцент делается на том, чтобы физическая активность способствовала не только улучшению здоровья, но и развитию таких качеств, как самодисциплина, мотивация и уверенность в себе;
- *психосоциальное развитие*. Через командные виды спорта и групповую активность студенты учатся работать в команде, развивают навыки взаимодействия и лидерства, что также способствует развитию эмоциональной устойчивости [8, с. 5–7].

Целостность и системность модели позволяет поддерживать мотивацию и интерес студентов к физической активности на протяжении всего обучения, обеспечивая тем самым устойчивое вовлечение в активный образ жизни и после завершения учёбы.

В отличие от моделей, ориентированных исключительно на детей и подростков, комплексная модель предлагает целостную систему, которая подходит для студентов, находящихся на этапе перехода от подросткового возраста к взрослой жизни. Она может быть эффективно применена для студенческой молодёжи, так как учитывает разнообразные потребности и цели этой возрастной группы, где значительная часть уже не ориентирована на спортивные достижения, а занимается физической активностью для поддержания здоровья и благополучия. Этот подход интегрирует физическое, психосоциальное и когнитивное развитие, делая акцент на продолжительности физической активности и мотивации к активному образу жизни [8, с. 7–10].

Наибольшее внимание в данной комплексной модели уделяется индивидуальному подходу, ведь в университет поступают студенты с разными уровнями физической подготовки и каждому из них требуется адаптированная программа занятий. Это достигается путём разделения учебного процесса на три этапа: адаптации, специализации, поддержания активности. Для иллюстрации практической ценности предложенной интегративной модели рассмотрим эти этапы.

1. Период адаптации. Начальный этап, когда студенты знакомятся с различными видами физической активности. Важно обеспечить широкое вовлечение обучающихся в спортивные программы университета, предлагая разнообразные виды физической активности – от командных видов спорта до индивидуальных тренировок. Это позволяет развивать базовые физические навыки и заинтересовать молодых людей в продолжении занятий.

Например, студент с низким уровнем физической активности может выбрать занятия с упором на общую физическую подготовку и лёгкую гимнастику. Этот период помогает ему снизить вероятность перегрузок и травм, формируя положительное отношение к занятиям спортом.

2. Период специализации. Для студентов, имеющих опыт занятий спортом, предлагается возможность дальнейшей специализации на более профессиональном уровне. В этот период важно развивать не только спортивные навыки, но и такие психосоциальные качества, как умение справляться с поражениями, лидерство и работа в коллективе. Кроме того, следует учитывать, что часть студентов может изменить свои предпочтения в спорте или выбрать более рекреационные формы физической активности.

Например, студент, заинтересованный в командных видах спорта, может участвовать в секциях волейбола или баскетбола, что способствует развитию навыков командной работы и лидерства. Для студентов, предпочитающих индивидуальные занятия, могут быть предложены программы по фитнесу, бегу и (или) плаванию, где акцент делается на улучшении физических показателей и дисциплины.

3. Период поддержания активности. Важно, чтобы после окончания учёбы у студентов сохранялась мотивация к физической активности. Комплексная модель делает акцент на том, что спортивные программы должны содействовать развитию привычки к регулярным занятиям разными видами физической активности, что способствует общему благополучию и снижению риска заболеваний в будущем. В этот период акцент может смещаться на здоровье и поддержание физической формы, а не на достижение спортивных результатов.

Так, студентам может предоставляться доступ к цифровым платформам, где они могут отслеживать свои достижения, устанавливать цели и получать советы по выполнению упражнений. Онлайн-формат позволяет гибко подходить к занятиям и вести учёт прогресса. Например, студент, выбравший программу по поддержанию выносливости, может установить цель для пробежек на 5 километров, отмечая время и улучшая результаты по мере занятий. Это способствует формированию ответственности за своё физическое состояние и создаёт позитивный опыт, который поможет сохранить мотивацию и после завершения учёбы.

Помимо физического развития, данная модель признаёт важность психосоциальных аспектов, особенно для студентов. Университетский период – это время, когда формируются не только профессиональные навыки, но и личностные качества, такие как уверенность в себе, социальная компетентность и эмоциональная устойчивость. Занятия физической активностью помогают развивать эти качества, создавая условия для успешной социализации студентов и их адаптации к новым условиям жизни.

Комплексная модель также поддерживает идею о том, что физическая активность должна рассматриваться не как отдельный элемент учебной программы, а как ключевой фактор, способствующий успеху в учёбе и жизни. Регулярные физические нагрузки улучшают когнитивные функции, способствуют концентрации внимания и помогают справляться со стрессом, что делает студентов более продуктивными и успешными в учёбе [2, с. 31–32].

В настоящей статье проанализированы основные подходы к физическому воспитанию молодёжи, выявлены их преимущества и недостатки, а также предложена интегративная модель долгосрочного спортивного развития. Проведённое исследование показало, что традиционные методы обучения, ориентированные преимущественно на достижение спортивных результатов, часто не способны обеспечить устойчивую мотивацию к физической активности в долгосрочной перспективе. Современные же подходы, такие как кооперативное обучение и онлайн-форматы, хотя и способствуют формированию личностных качеств, требуют адаптации и индивидуализации для достижения более высоких результатов.

Предложенная интегративная модель долгосрочного спортивного развития объединяет сильные стороны обоих подходов, акцентируя внимание на адаптации к индивидуальным особенностям студентов и использовании цифровых технологий. Применение модели способствует формированию устойчивой мотивации к физической активности, развитию таких психосоциальных навыков, как самоконтроль, уверенность и командное взаимодействие, а также поддержанию здоровья на протяжении всей жизни. Ключевые этапы модели – адаптация, специализация и поддержание активности – позволяют гибко подходить к каждому студенту и дают возможность использовать персонализированный подход, который обеспечит сохранение мотивации и интереса к физической активности. Включение цифровых инструментов и онлайн-форматов

помогает студентам отслеживать прогресс, устанавливать цели и укреплять приверженность к здоровому образу жизни.

Практические рекомендации: для успешного внедрения предложенной модели рекомендуется использовать комбинацию очных занятий с онлайн-ресурсами и интерактивными элементами, что позволит обеспечить доступ к физической активности студентам с разным уровнем подготовки и гибким графиком. Важно также поддерживать регулярную обратную связь с обучаемыми, помогая корректировать их программы и предоставляя им дополнительные ресурсы для самостоятельных занятий.

Таким образом, комплексная модель долгосрочного спортивного развития представляет собой перспективный подход, ориентированный на всестороннее развитие физической активности, психосоциальной устойчивости и мотивацию молодёжи. Данная модель позволяет формировать у студентов сознательное отношение к своему здоровью и создает условия для сохранения физической активности и после завершения обучения, способствуя улучшению их общего благополучия и качества жизни.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Бетанова, С. С.* Физическая культура в онлайн режиме / С. С. Бетанова, А. Е. Борзова, О. И. Ваганова // Проблемы современного педагогического образования. – 2023. – № 78 (3). – С. 28–32.

2. *Бухтоярова, Л. В.* Физическая культура и работоспособность студентов / Л. В. Бухтоярова, В. Н. Шершунова, В. Э. Лихачев // Приоритетные научные направления: от теории к практике. – 2016. – № 21. – С. 29–32.

3. Всемирная организация здравоохранения о ЗОЖ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://niioz.ru/news/vsemirnaya-organizatsiya-zdravookhraneniya-o-zozh/. – Дата доступа: 26.01.2025.

4. *Поздняков, А. П.* Теория физической культуры / А. П. Поздняков [и др.] // Эпоха науки. – 2016. – № 6. – С. 85–88.

5. *Хотина, Н. И.* Формирование у студентов СПбГУСЭ ценности здорового образа жизни / Н. И. Хотина, Ю. А. Архипова, Л. А. Онучин // Теория и практика сервиса: экономика, социальная сфера, технологии. – 2012. – № 3 (13). – С. 21–28.

6. *Яковлева, В. Н.* Физическое воспитание и физическая подготовленность студенческой молодежи // Science Time. – 2014. – № 9 (9). – С. 254–261.

7. Effects of Blended Learning in Physical Education among University Students: A Systematic Review / C. Wang, R. D. O. Dev, K. G. Soh [et al.] // Educ. Sci. – 2022. – Vol. 12, iss. 8. – 530 p.

8. Long-Term Athletic Development – Part 1: A Pathway for All Youth / R. S. Lloyd, J. L. Oliver, A. D. Faigenbaum [et al.] // J. Strength Cond. Res. – 2015. – Vol. 29, iss. 5. – 1439 p.

9. Sport Education and Traditional Teaching: Influence on Students' Empowerment and Self-Confidence in High School Physical Education Classes / C. Bessa, P. Hastie, A. Rosado, I. Mesquita // Sustainability. – 2021. – Vol. 13, iss. 2. – 578 p.

10. Teaching Physical Education: Traditional vs Progressive PE Blog. Teaching Physical Education [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://blog.gophersport.com/traditional-vs-progressive-physical-education/. – Дата доступа: 26.01.2025.

11. The effect of the Sport Education Model in physical education on student learning attitude: a systematic review / J. Zhang, W. Xiao, K. G. Soh [et al.] // BMC Public Health. – 2024. – Vol. 24, iss. 1. – 949 p.

12. WHO Guidelines on Physical Activity and Sedentary Behaviour : WHO Guidelines Approved by the Guidelines Review Committee. – Geneva : World Health Organization, 2020 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.who.int/publications/i/item/9789240015128. – Дата доступа: 26.01.2025.

Е. А. Алексеева[1], Г. А. Фофанова[2]

УДК 159.9

[1–2]Кафедра социальной и организационной психологии, факультет философии и социальных наук, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ВРЕМЕННАЯ ПЕРСПЕКТИВА КАК ПРОБЛЕМНОЕ ПОЛЕ ПСИХОЛОГИИ: ОБЗОР КЛАССИЧЕСКИХ И СОВРЕМЕННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ

В статье представлен обзор теоретических подходов к изучению временной перспективы личности. Установлено, что временная перспектива рассматривается как ключевой аспект в построении психологического времени, где посредством когнитивных процессов жизненный опыт человека разделяется на прошлое, настоящее и будущее. Отмечается роль временной перспективы в определении целей и принятии решений субъектом. Подчёркивается необходимость изучения мотивационной составляющей временной перспективы.

Ключевые слова: временная перспектива; прошлое; настоящее; будущее; личность; структура временной перспективы.

Образец цитирования: Алексеева, Е. А. Временная перспектива как проблемное поле психологии: обзор классических и современных исследований / Е. А. Алексеева, Г. А. Фофанова // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 20–28.

L. Aliakseyeva[1], G. Fofanova[2]

[1–2]Department of Social and Organisational Psychology, Faculty of Philosophy and Social Sciences, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

TIME PERSPECTIVE AS A PROBLEM FIELD OF PSYCHOLOGY: A REVIEW OF CLASSICAL AND MODERN RESEARCH

The article presents an overview of theoretical approaches to the study of the time perspective of the individual. It has been established that the issue of the structure of time perspective is considered by various authors, but the most common components include the past, present and future, the proportion of which is determined differently by the authors. Time perspective is considered as a key aspect in the construction of psychological time, where, through cognitive processes, a person's life experience is divided into the past, present and future. The role of time perspective in determining goals and making decisions by the subject is noted. The need to study the motivational component of time perspective is emphasized.

Keywords: time perspective; past; present; future; personality; structure of time perspective.

For citation: Aliakseyeva L. & Fofanova G. Time Perspective as a Problem Field of Psychology: a Review of Classical and Modern Research. Sophia. 2025;1:20–28. Russian.

Авторы:

[1] **Елизавета Александровна Алексеева** – преподаватель-стажёр, магистрант кафедры социальной и организационной психологии факультета философии и социальных наук, БГУ.

alexeeva.eliz@icloud.com

Authors:

Lizaveta Aliakseyeva – Lecturer-Assistant, master's degree student at the Department of Social and Organizational Psychology, Faculty of Philo-sophy and Social Sciences, BSU.

[2] **Галина Александровна Фофанова** – кандидат психологических наук, доцент, доцент кафедры социальной и организационной психологии факультета философии и социальных наук Белорусского государственного университета.

gfofanova@gmail.com

Galina Fofanova – PhD of Psychology, Docent, Associate Professor at the Department of Social and Organisational Psychology, Faculty of Philosophy and Social Sciences, Belarusian State University.

Жизнь человека определена временем как хронологически, так и психологически. Временная перспектива опосредует успешное функционирование личности, поскольку взаимосвязана с профессиональной, социальной, ценностно-смысловой сферами. Рост интереса к изучению феноменов, связанных с присутствием индивида во времени и использованием жизненного пространства, отмечается ещё со времён оформления психологии в качестве научной дисциплины. Одним из первых о временном континууме прошлое-настоящее-будущее заговорил Л. К. Франк, где феномен «временная перспектива» (в терминах Л. К. Франка – «жизненное пространство») содержит в себе три временные направленности – прошлое, будущее и настоящее [15].

Понимание Л. К. Франком феномена временной перспективы дополнил К. Левин, разработавший пространственно-временную модель и определивший временную перспективу как взгляд человека на своё прошлое и будущее в определённый момент времени [19]. Автор останавливался на широте временной перспективы личности, где представления о будущем и воспоминания и формируют временную перспективу, которая определяет границы психологического поля [19]. Можно заключить, что временная перспектива в понимании автора включает оценку событий прошлого, возможные сценарии будущего и план «текущего» момента.

Понятие явления временной перспективы было расширено П. Фрессом, указавшим на существование «временного кругозора», где человек способен локализовать во времени произошедшие с ним события, последовательно их расположить. Результат подобной структуризации ситуаций прошлого – сформированное эмоциональное отношение к пережитым событиям, позволяющее предвосхищать подобные ситуации

в будущем [14]. Таким образом, можно заметить аффективный компонент в теории П. Фресса, где индивид не просто представляет (когнитивная составляющая), но и оценивает (эмоциональная составляющая) произошедшие с ним события.

Обращаем внимание на то, что рассмотрение названными авторами сути феномена во многом сходится. По мере изучения данного явления появлялось всё больше вопросов для рассмотрения, следовательно возникало и больше дискуссий. Как отметила Н. М. Савлакова, трудности в определении понятия временной перспективы связаны с разрозненностью мнений относительно определения его границ, структурных компонентов [10]. Имеющаяся разрозненность представлений нашла отражение в различных теоретических подходах отечественных и зарубежных авторов, выделивших определённые компоненты временной перспективы.

Настоящий теоретический обзор предполагает рассмотрение мотивационного, ситуационно-детерминированного, событийного, типологического подходов к пониманию феномена временной перспективы.

Мотивационный подход. Возвращаясь к структурным компонентам, отметим модель Ж. Нюттена, представившего структуру временной перспективы как совокупность мотивационных установок, расположенных во времени. Мотивационные установки есть когнитивные репрезентации объектов-целей в сознании, отражающие потребности индивида [9]. Можно сказать, что Ж. Нюттен подчеркнул когнитивную переработку объектов-целей, где изменения представлений будущего отражаются на поведении индивида. Выстраивая взаимосвязь между поведением «здесь и сейчас» и целями в будущем, субъект способен регулировать своё поведение в настоящем.

Ж. Нюттен ввёл понятия «временная установка» и «временная ориентация». По его мнению, временная установка есть аффективная составляющая, которая проявляется в позитивном или негативном отношении ко временному континууму. Временная ориентация – поведенческая составляющая, которая характеризуется направленностью индивида на объекты-цели прошлого, настоящего или будущего [9]. Согласно Ж. Нюттену, временная перспектива представляет собой иерархию целей, присущих личности. Эта иерархия выполняет функцию сопоставления способностей и целей на будущее.

Таким образом, Ж. Нюттен рассматривал временную перспективу как мотивационное образование, включающее когнитивный, эмоциональный и поведенческий компоненты. В дальнейшем это направление исследований продолжили развивать В. Ленс, Т. Гисме, З. Залески [16; 18; 21].

Согласно когнитивно-мотивационной теории В. Ленса, настойчивость в достижении целей может уменьшаться по мере увеличения временного расстояния: чем дальше цель, тем меньше усилий прилагает индивид для её достижения. Человек не прикладывает достаточно усилий, если осознает, что цель трудно достижима или её достижение удалено во времени [18].

Т. Гисме подчёркивал влияние временной перспективы как мотивационной основы успеха или неудачи. Он считал, что возможность предвидеть будущее зависит от человеческой способности формировать различные потребности, связанные с долгосрочным будущим, что предполагает наличие долгосрочной временной перспективы. По мнению Т. Гисме, более широкий спектр предполагаемых событий в будущем способствует более интенсивной активности в настоящем, а избегание долгосрочного планирования может привести к пассивному ожиданию будущего [16].

З. Залески объединил взгляды В. Ленса и Т. Гисме, считая, что долгосрочные цели достижимы только через промежуточные этапы планирования деятельности [21]. Внимание учёного было приковано к протяжённости временной перспективы. С его точки зрения долгосрочная перспектива способствует достижению целей и приносит удовлетворение, при этом краткосрочная перспектива не предполагает последовательного достижения целей и получения удовлетворения от реализации планов [21].

Таким образом, представители мотивационного подхода (В. Ленс, Т. Гисме, З. Залески, Ж. Нюттен) подчёркивали ключевую роль будущего как движущей силы человеческого поведения и отмечали зависимость протяжённости временной перспективы от планирования деятельности, создания стратегий развития и сценариев будущих событий.

Ситуационно-детерминированный подход. В некотором смысле обобщённое рассмотрение временной перспективы предложили Ф. Зимбардо и Дж. Бойд. Временная перспектива рассматривается ими как ключевой аспект в построении психологического времени, где посредством когнитивных процессов жизненный опыт человека разделяется на прошлое, настоящее и будущее [12]. На временную ориентацию может оказывать влияние ряд внешних переменных, однако она может стать и стабильной характеристикой личности, когда внимание человека фокусируется только на определённом временном периоде. По мнению Ф. Зимбардо, временная перспектива – скорее феномен неосознаваемый, следовательно, для её изменения необходимо проанализировать внешние факторы, которые являются решающими в её формировании [12].

Отношение индивида ко времени можно описать пятью факторами – позитивное прошлое, гедонистическое настоящее, негативное прошлое, фаталистическое настоящее и будущее [12]. Временная перспектива играет ключевую роль в определении целей и принятии решений. Субъект может быть сосредоточен на текущей ситуации (ориентация на настоящее), прошлом опыте (ориентация на прошлое) или беспокоиться о будущих возможностях и рисках (ориентация на будущее). Авторы выделяют сбалансированную временную перспективу, которая позволяет без затруднений переключаться между прошлым, настоящим и будущим. Следовательно, для индивидов, обладающих такой временной ориентацией, характерно ясное понимание событий прошлого, ситуаций настоящего и целей будущего.

Этот факт, несомненно, является достоинством теории Ф. Зимбардо и Дж. Бойда, так как позволяет изучать временную перспективу с позиции сбалансированности её составляющих, а значит и в изменяющихся обстоятельствах, в то время как предыдущие рассмотренные нами теории отличаются концентрацией на будущем.

Событийный подход. Изучение прошлого, настоящего и будущего в их единстве представлено в теории Е. И. Головахи и А. А. Кроника, которые разработали концепцию анализа межсобытийных связей [4]. Так, учёные выделяют целевые и причинные отношения: в случае причинных отношений предшествующие события определяют последующие, в случае целевых – последующие события есть детерминанта предшествующих.

Авторы отмечают, что посредством изучения межсобытийных связей можно определить несогласованность хронологической и психологической удалённости (инверсия удалённости) и отделение центральной позиции от настоящего при переносе этого центра в прошлое или будущее (временная децентрация). В рамках данной концепции были выделены параметры временной перспективы: дифференцированность на

ближайшую и отдалённую временную перспективу, реалистичность, продолжительность, согласованность и оптимистичность временной перспективы [4]. Таким образом, с точки зрения событийного подхода временная перспектива есть субъективная структура, представленность в сознании человека событий, связанных между собой.

Типологический подход. Отдельно стоит выделить типологический подход, где личность воспринимается как активный субъект, который способен самостоятельно регулировать временные отрезки. К. А. Альбуханова предложила выделить психологическую, личностную и собственно жизненную временную перспективу. Психологическая перспектива включает в себя представления о планах в будущем, способность выстраивать и структурировать будущее, осознавать свои перспективы. Личностная перспектива предполагает установку на достижение запланированного будущего и готовность к нему. Собственно жизненная перспектива есть в некотором смысле жизненный потенциал личности, который продиктован её способностями, прошлым опытом, развитием [1].

В связи с тем, что для полного понимания феномена временной перспективы необходимо учитывать различные разработанные концепции и теории, которые освещают одни аспекты и одновременно игнорируют другие, нами составлена обобщающая таблица, отражающая суть теорий (табл. 1).

Таблица 1

Теории временной перспективы (ВП)

Подходы	***Содержание***
Мотивационный подход (В. Ленс, Т. Гисме, З. Залески, Ж. Нюттен)	• 3 компонента ВП: *когнитивный* (когнитивная переработка объектов-целей, представления будущего), *аффективный* (временная установка), *поведенческий* (временная ориентация); • категория «долгосрочной/краткосрочной ВП», связанной с планированием деятельности
Ситуационно-детерминированный подход (Ф. Зимбардо, Дж. Бойд)	• 3 компонента ВП: когнитивный, аффективный, поведенческий; • выделение ситуационных (внешних) переменных; • пять факторов: *позитивное прошлое*, *гедонистическое настоящее*, *негативное прошлое*, *фаталистическое настоящее* и *будущее*
Событийный подход (Е. И. Головаха, А. А. Кроник)	• концепция анализа межсобытийных связей; • выделение целевых и причинных отношений, определение инверсии удалённости и временной децентрации
Типологический подход (К. А. Альбуханова)	• восприятие личности как активного субъекта, способного самостоятельно регулировать временные отрезки; • выделение психологической, личностной и собственно жизненной ВП

Любая научная теория, концентрируясь на конкретных областях в изучении выбранных явлений, так или иначе не затрагивает отдельные аспекты, которые могут быть отмечены в теориях других авторов. Согласно идее межпарадигмального диалога,

психологические феномены необходимо изучать многопланово. Так, изучение временной перспективы должно быть построено на диалоге существующих теорий. Как верно подчеркнула Н. М. Савлакова, для исследования временной перспективы личности важно проводить анализ с учётом различных теоретических подходов через межпарадигмальный диалог [10]. Один из плюсов этого метода заключается в возможности объединения сильных сторон разных теорий для компенсации их слабостей. Такой подход стимулирует более глубокое изучение объекта исследования путём использования продуктивных идей и достижений других теорий, а также разработанных методов исследования.

На основе анализа основных теоретических подходов временную перспективу личности можно определить как «совокупное видение человеком событий собственной жизни, представление их в определённой временной отнесённости» [10, с. 18]. Таким образом, по мнению учёных, понимание феномена временной перспективы сходится на интеграции прошлого, настоящего и будущего, которая детерминирует активность индивида.

Отдельно отметим уникальную ветвь понимания временной перспективы разными поколениями, нашедшую отражение в современной зарубежной литературе [20]. Так, для подтверждения методологических оснований этой теории в стадии разработки находится опросник «Временные перспективы поколений» (*«Generational Time Perspective»*). По мнению Ц. Тимошик-Томчак, личность обладает способностью выходить на рамки собственной временной перспективы, представляя не только цели собственного будущего, но и будущего поколений. Поколенческая временная перспектива – это когнитивно-аффективное представление будущего, относящегося к жизни общества в отдаленном будущем (до которого нынешнее поколение людей не доживёт) [20]. По своей природе эта форма временной перспективы выходит за рамки жизни отдельного человека и фокусируется скорее на социальных аспектах явлений, которые могут существовать в будущем. Как видим, интерес к проблемному полю существует до сих пор, что продиктовано проблемами современного общества, поднимающего вопросы прошлого, настоящего и, конечно, будущего в сложившихся социально-экономических условиях.

В дальнейшем исследования временной перспективы стали развиваться в другом русле с опорой на уже полученные теоретические концепции, фокусируясь на индивидуальных и личностных плоскостях человеческой жизни: возрасте, поле, социальной и профессиональной принадлежности.

Подробнее остановимся на половозрастных характеристиках. Временная перспектива концептуализируется как пластичная, когнитивно-мотивационная конструкция, которая развивается и изменяется в зависимости от опыта на протяжении жизни [10]. К. Левин утверждал, что в детстве люди сосредоточены на настоящем, а в подростковом возрасте узнают, что жизнь включает в себя как прошлое, так и будущее [19]. Л. К. Франк говорил о том, что дети будут иметь ограниченную временную перспективу, а пожилые люди будут демонстрировать более широкие диапазоны в мышлении о времени [15]. Более современные исследования, например Н. П. Шиловой, подчёркивают возрастные различия в представлениях о будущем [11]. Подростки не имеют чётко определённых представлений о будущем в отличие от более старших возрастных групп. Представители ранней юности фокусируются на профессиональном

становлении, жизненных возможностях и создании семьи, поздней юности – соотносят своё время и возможности.

Е. В. Веденеевой и Е. В. Забелиной проведено исследование временной перспективы в условиях глобализации [3]. Содержательное наполнение компонентов структуры психологического времени на выборке студентов носило психологически непродуктивный, пессимистический характер: негативное отношение ко времени, несбалансированная временная перспектива с преобладанием негативно воспринимаемого прошлого и фаталистически воспринимаемого настоящего, а также стремление к прокрастинации. Изучение структуры психологического времени у студентов позволило выявить тревожную тенденцию: преобладание негативных установок и пессимистических прогнозов.

Исследование Д. Лаурейро-Мартинез и коллег, посвящённое возрастным различиям временной перспективы, продемонстрировало, что по мере взросления временная перспектива трансформируется и люди старшего возраста скорее оглядываются на своё прошлое без отрицательных эмоций, а также предпочитают фаталистическому настоящему гедонистическое [17].

По данным исследования, полученным Ч. Н. Монгуш, в молодом возрасте пол не оказывает существенного влияния на расстановку мотивационных объектов во временной перспективе и её наполненность различными категориями, однако он оказывает влияние на аффективную оценку временной перспективы. Женщины более позитивно оценивают своё настоящее и будущее, а мужчины имеют положительную установку на своё прошлое. В зрелом возрасте половые различия проявляются у женщин в большем стремлении к самореализации по сравнению с мужчинами, а также половые различия в аффективной оценке в зрелом возрасте проявляются в более отрицательной временной установке к своему будущему чаще у женщин, чем у мужчин [6].

Особенности временной перспективы в период ранней взрослости затронуты в исследовании В. Н. Бородиной и Е. Д. Диаконовой [2]. Авторами установлено, что для женщин такого возраста более характерны постановка будущих целей и планирование, прошлое они воспринимают гораздо позитивнее мужчин, как опыт, способствующий их развитию и становлению. У мужчин этого же возраста отмечается восприятие событий прошлого в негативном ключе, ориентация на будущее выражена слабо.

Видение человеком событий собственной жизни с точки зрения их временной отнесённости используется отделами управления персоналом, поэтому со стороны организаций очевиден запрос в теоретическом материале. Следовательно, многие исследования посвящены изучению временной перспективы сотрудников компаний.

Исследование временной перспективы будущего в контексте функционирования организации предлагают Корт В. Рудольф и Ханнес Захер, где профессиональная будущая перспектива работников рассматривается как восприятие ими своего будущего в процессе трудовой деятельности [13, с. 90]. Удалось установить, что такая профессиональная перспектива отрицательно взаимосвязана с индивидуальными характеристиками, включая возраст, общий стаж работы, стаж работы в конкретной организации, уровень образования. В свою очередь положительная взаимосвязь обнаруживается с переменными самооценки физического здоровья, а также опыта автономии профессиональной деятельности.

В исследовании Т. А. Нестика показана зависимость временной перспективы от ряда особенностей организационной культуры. Автор выявил, что по сравнению

с неуспешными руководителями (сотрудниками) успешные имеют более высокие показатели ориентации на будущее [8]. По результатам исследования А. А. Карелина, в структуре временной перспективы успешных сотрудников доминируют временные ориентации будущего и позитивного прошлого. В структуре временной перспективы неуспешных сотрудников доминируют временные ориентации негативного прошлого и фаталистического настоящего [5].

Были предприняты попытки выявить временную перспективу сотрудников организаций в условиях неопределённости. Например, К. Муздыбаеву удалось установить, что личность, находящуюся в ситуации неопределённости, отличает достаточно сокращённая временная перспектива, значительная временная дезориентация и её неопределённость, негативно окрашенная аффективная оценка настоящего [7]. Можно заключить, что сотрудник компании, находясь в ситуации неопределённости, может отличаться сниженным уровнем мотивации, отрицательным отношением к настоящему, сниженной активностью и сниженным участием в рабочих процессах, что и удалось обнаружить исследователям.

Таким образом, проведенный теоретический анализ позволяет констатировать, что, несмотря на огромный пласт научной информации, содержание феномена временной перспективы зависит от подхода, которого придерживается исследователь. В научной литературе всё ещё не предложено единого определения феномена временной перспективы ввиду разрозненных представлений касательно её структуры. В нашем исследовании временная перспектива рассматривается как ключевой аспект в построении психологического времени, где посредством когнитивных процессов жизненный опыт человека разделяется на прошлое, настоящее и будущее. Субъект может быть сосредоточен на текущей ситуации (ориентация на настоящее), прошлом опыте (ориентация на прошлое) или беспокоиться о будущих возможностях и рисках (ориентация на будущее). Однако подчеркнём, что единой точки зрения на удельный вес прошлого, настоящего и будущего у исследователей до сих пор нет. Учёными не отрицается мотивационная составляющая временной перспективы, и удельный вес данного проблемного поля в научной литературе увеличивается.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Абульханова, К. А.* Время личности и время жизни / К. А. Абульханова, Т. Н. Березина. – СПб., 2001. – 299 с.

2. *Бородина, В. Н.* Временная перспектива, самоактуализационные характеристики и психическая ригидность у мужчин и женщин в период ранней взрослости / В. Н. Бородина, Е. Д. Диаконова // Социально-экономические процессы современного общества : материалы II Всероссийской науч.-практ. конф., Чебоксары, 8 окт. 2024 г. – Чебоксары : ООО «Изд. дом “Среда”», 2024. – С. 173–176.

3. *Веденеева, Е. В.* Модель психологического времени личности, включенной в процесс глобализации (на материале исследования студентов) / Е. В. Веденеева, Е. В. Забелина // Научно-педагогическое обозрение. – 2019. – № 5. – С. 166–177.

4. *Головаха, Е. И.* Психологическое время личности / Е. И. Головаха, А. А. Кроник. – Киев, 1984. – 207 с.

5. *Карелин, А. А.* Структура психологического времени и особенности временной перспективы успешных сотрудников организации / А. А. Карелин // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Философия. Психология. Педагогика. – 2014. – Т. 14, вып. 4. – С. 64–67.

6. *Монгуш, Ч. Н.* Половые различия во временной перспективе в молодом и зрелом возрасте [Электронный ресурс] / Ч. Н. Монгуш [и др.] // Мир науки. Педагогика и психология. – 2019. – Т 7. – № 2. – Режим доступа: https://mir-nauki.com/PDF/74PDMN219.pdf. – Дата доступа: 06.02.2025.

7. *Муздыбаев, К.* Переживание времени в момент кризисов / К. Муздыбаев // Психологический журнал. – 2000. – № 21. – С. 5–21.

8. *Нестик, Т. А.* Групповое отношение к времени как социально-психологический феномен / Т. А. Нестик // Известия Иркутского государственного университета. Серия: Психология. – 2015. – № 14. – С. 10–30.

9. *Нюттен, Ж.* Мотивация, действие и перспектива будущего / Ж. Нюттен ; под ред. Д. А. Леонтьева. – М., 2004. – 608 с.

10. *Савлакова, Н. М.* Временная перспектива личности : теоретический анализ проблемы / Н. М. Савлакова // Философия и социальные науки. – 2010. – № 3. – С. 18–23.

11. *Шилова, Н. П.* Изменение представлений об образе будущего в юношеском возрасте / Н. П. Шилова // Психолог. – 2020. – № 4. – С. 45–59.

12. *Boyd, J. N.* Time perspective, heath, and risk taking / J. N. Boyd, P. G. Zimbardo // Understanding Behavior in the Context of Time. – Mahwah, 2005. – P. 85–108.

13. *Cort, W. R.* Relationships between psychological contract breach and employee well-being and career-related behavior: The role of occupational future time perspective / W. R. Cort, H. Zaher // Journal of Organizational Behavior. – 2020. – № 42. – P. 89–99.

14. *Fraisse, P.* Psychologie du Temps / P. Fraisse // The American Journal of Psychology. – 1967. – № 72 (3). – 360 p.

15. *Frank, L. K.* Time perspectives / L. K. Frank // Journal of Social Philosophy. –1939. – № 4. – P. 293–312.

16. *Gjesme, T.* On the concept of future time orientation: Consideration of some function's and measurement's implications / T. Gjesme // International Journal of Psychology. – 1983. – № 18. – P. 443–461.

17. *Laureiro-Martinez, D.* Time Perspective and Age: A Review of Age Associated Differences / D. Laureiro-Martinez, C. A. Trujillo, J. Unda // Frontiers in Psychology. – 2017. – Vol. 8. – № 101.

18. *Lens, W.* Future time perspective as a motivational variable: Content and extension of future goals affect the Quantity and quality of motivation / W. Lens [et al.] // Japanese Psychological Research. – 2012. – № 3. – P. 321–333.

19. *Lewin, K.* Time perspective and morale / K. Lewin // Civilian morale: Second yearbook of the Society for the Psychological Study of Social Issues. – 1942. – P. 48–70.

20. *Timoszyk-Tomczak, C.* Construction and validation of a new Generational Time Perspective Questionnaire / C. Timoszyk-Tomczak, P. Próchniak // Sci Rep. – 2024. – Vol. 14. – № 13279. – Doi: 10.1038/s41598-024-64185-3.

21. *Zaleski, Z.* Future anxiety: Concept, measurement, and preliminary research / Z. Zaleski // Personality and Individual Differences. – 1996. – № 21 (2). – P. 165–174.

К. С. Бондарева[1], Е. Г. Веремеенко[2]

УДК 579:57.088.1

[1–2] Кафедра генетики, биологический факультет, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

БИОИНФОРМАТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МУТАЦИИ БЕЛКА *HrpA* БАКТЕРИЙ *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* SUBSP. *AURANTIACA B-162/2*

В статье представлены результаты генетического и биоинформатического исследования по выявлению возможной зависимости между мутацией в гене *hrpA* и повышенным синтезом феназиновых антибиотиков клетками штамма B-162/2 бактерий *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca.* Мутация Ala613Thr в белке HrpA потенциально способна оказывать влияние на его взаимодействие с рибосомами и их диссоциацию, что может лежать в основе устойчивости клеток B-162/2 штамма к собственным феназинам.

Ключевые слова: феназиновые антибиотики; РНК-хеликаза; мутация; протеобактерии.

Образец цитирования: Бондарева, К. С. Биоинформатический анализ мутации белка *HrpA* бактерий *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca B-162/2* / К. С. Бондарева, Е. Г. Веремеенко // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 29–31.

K. Bondareva[1], K. Verameyenka[2]

[1–2] Department of Genetic, Faculty of Biology, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

BIOINFORMATICS ANALYSIS OF THE *HrpA* PROTEIN MUTATION IN *PSEUDOMONAS CHLORORAPHIS* SUBSP. *AURANTIACA B-162/2*

The research presents the results of genetic and bioinformatics analysis aimed at identifying a possible correlation between the mutation in the *hrpA* gene and the increased synthesis of phenazine antibiotics by the cell of the B-162/2 strain of *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca*. The Ala613Thr mutation in the HrpA protein can potentially affects it's interaction with ribosome and their dissociation which may underlie the resistance of B-162/2 strain cells to their own phenazines.

Keywords: phenazine antibiotics; RNA-helicase; mutation; proteobacteria.

For citation: Bondareva K. & Verameyenka K. Bioinformatics Analysis of the *HrpA* Protein Mutation in *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca B-162/2*. Sophia. 2025;1:29–31. Russian.

Авторы:

[1]**Кристина Савельевна Бондарева** – аспирантка кафедры генетики биологического факультета, БГУ.

https: //orcid.org/0000-0002-2145-4904

BKristinaSav@yandex.ru

Authors:

Kristina Bondareva – Postgraduate Student of the Department of Genetic, Faculty of Biology, BSU.

[2] **Екатерина Геннадьевна Веремеенко** – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики биологического факультета, БГУ.

https: //orcid.org/0000-0002-7530-8427

veremeenkokatya@yandex.ru

Katsiaryna Verameyenka – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Genetic, Faculty of Biology, BSU.

Белок HrpA относят к классу АТФ-зависимых РНК-хеликаз, для которых также показана НТФазная активность. Сейчас активно ведутся исследования по изучению влияния продукта гена *hrpA* на чувствительность бактерий к ряду антибиотиков. Выживаемость делеционных мутантов *hrpA – E. coli* в присутствии хлорамфеникола, тетрациклина и ампициллина сильно снижена по сравнению с диким типом. Это указывает на то, что продукт гена *hrpA* обеспечивает устойчивость к антибиотикам, мишенью которых являются процессы трансляции и синтеза клеточной стенки. В то же время, согласно литературным данным, он повышает чувствительность к рифампицину, ингибитору РНК-полимеразы [2]. Делеция аналога *hrpA* у *P. Aeruginosa* способствовала подавлению синтеза пиоцианина, сворминг-подвижности и появлению гиперчувствительности к пероксиду водорода. Мутантные клетки погибали в присутствии антибиотика азитромицина – ингибитора транскрипции генов, детерминирующих образование биоплёнок, вирулентность и подвижность бактерий. Подавление экспрессии генов достигалось за счёт остановки рибосом и истощением клеточного пула тРНК [3]. Недавно был описан механизм работы белка HrpA, согласно которому он распознаёт область мРНК, в которой произошло столкновение двух рибосом. Связываясь с мРНК, ниже области «остановки», а также с обеими рибосомами, HrpA избирательно «тянет» одну из них, тем самым дестабилизируя её и расщепляя на субъединицы с использованием энергии АТФ [1].

У представителей рода *Pseudomonas* образование биоплёнок связано с увеличением продукции ряда вторичных метаболитов, в том числе и феназиновых антибиотиков.

Анализ мутации в гене *hrpA* позволит выявить возможную связь данного белка с появлением устойчивости клетками мутантного штамма *P. Chlororaphis* subsp. *aurantiaca* B-162/2 к собственным феназинам, что и является целью настоящего исследования.

Геномный анализ мутантного штамма B-162/2 показал наличие у него мутации в гене *hrpA*. Прямой связи между активностью указанного гена и производством феназинов ранее описано не было.

На начальном этапе работы был проведен анализ того, может ли эта мутация оказывать влияние на структуру белка и его активные центры. На основе данных онлайн-ресурса I-TASSER для белка HrpA был выбран референсный белок 6ZWW бактерий *E. coli* BL21 (DE3). Замена Ala613Thr в белке HrpA мутантного штамма B-162/2 изучаемых бактерий локализована в кольцевой структуре, между 24 и 25 спиральными доменами белка (рис. 1). В структуре 6ZWW заменяемый аланин в точке Ala619 не входит в спиральный домен, в отличие от Ala627, но оба не являются активными центрами для формирования связи с ssRNA. Стоит отметить, что центры взаимодействия с рибосомами в HrpA до сих пор не установлены.

Рис. 1. 3-D структура белка HrpA из бактерий
мутантного штамма B-162/2 *P. chlororaphis* subsp. *aurantiaca*.

Примечание: Тёмным цветом выделена область мутации Ala613Thr.

Таким образом, мутация Ala613Thr в HrpA потенциально способна оказывать влияние на его взаимодействие с рибосомами и их диссоциацию, что может лежать в основе устойчивости продуцентов B-162/2 к собственным феназинам.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Campbell, A.* The RNA helicase HrpA rescues collided ribosomes in E. coli / A. Campbell [et al.] // Molecular Cell. – 2025. – № 85. – P. 2–9.

2. *Grass, L. M.* Large-scale ratcheting in a bacterial DEAH/RHA-type RNA helicase that modulates antibiotics susceptibility / L. M. Grass [et al.] // PNAS. – 2021. – Vol. 118, № 30. – P. 1–12.

3. *Tan, H.* PA3297 Counteracts Antimicrobial Effects of Azithromycin in Pseudomonas aeruginosa / H. Tan [et al.] // Front. Microbiol. Sec. Food Microbiology. – 2016. – Vol. 7. – P. 1–12.

С. И. Ласточкина

УДК 91(03)

Кафедра геодезии и космоаэрокартографии, факультет географии и геоинформатики, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ФОРМЫ СЛАВЯНСКИХ ФАМИЛИЙ, ИХ ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ КОРНИ И РАСПРОСТРАНЕНИЕ

В статье рассмотрена основная задача антропотопонимики как географо-историко-лингвистической науки, повлиявшей на развитие топонимов, образованных от имен, составляющих особую группу топонимов – патронимические топонимы (антропотопонимы) и образованных от них географических названий. Выявлены различные точки зрения на предмет антропотопонимики как науки о происхождении, географических корнях и распространении фамилий, в частности славянских.

Ключевые слова: география; топонимика; топонимы; лингвистика; антропотопонимика; географические названия.

Образец цитирования: Ласточкина, С. И. Формы славянских фамилий, их географические корни и распространение / С. И. Ласточкина // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 32–39.

S. Lastochkina

Department of Geodesy and Space Aeromapping, Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

FORMS OF SLAVIC SURNAMES, THEIR GEOGRAPHICAL ROOTS AND DISTRIBUTION

The article considers the main task of anthropotoponymy as a geographical-historical-linguistic science, which influenced the development of toponyms formed from names, which constitute a special group of toponyms – patronymic toponyms (anthropotoponyms) and geographical names formed from them. Different points of view on the subject of anthropotoponymy as a science of origin, geographical roots and distribution of surnames, in particular Slavic surnames, are revealed Translated with DeepL.com (free version).

Keywords: geography; toponymy; toponyms; linguistics; anthropotoponymy; geographical names.

For citation: Lastochkina, S. Forms of Slavic Surnames, Their Geographical Roots and Distribution. Sophia. 2025;1:32–39. Russian.

Автор:

Светлана Ильинична Ласточкина – доцент кафедры геодезии и космоаэрокартографии факультета географии и геоинформатики БГУ.

https://orcid.org/0009-0006-0071-2501

7.iris@mail.ru

Author:

Svetlana Lastochkina – Associate Professor, Department of Geodesy and Space Aeromapping of Faculty of Geography and Geoinformatics of BSU.

Множество географических объектов названо личными именами людей. В этом прослеживается связь двух разделов ономастики (науки о собственных именах) – топонимики и антропонимики, которые в тесном переплетении породили специальный раздел – антропотопонимику, изучающую процессы топонимизации антропонимов. К настоящему времени возможности антропонимии для осмысления географических названий пока изучены недостаточно. Именно поэтому в задачи исследований вошли вопросы о выявлении причин топонимизации антропонимов в разные исторические эпохи на территории славянского мира.

Изучение происхождения фамилий весьма ценно для науки, поскольку полученные результаты позволяют реконструировать, понять и соотнести исторические события целых столетий, историю языка народа, его литературы и искусства. И в этом осмыслении ошибочно полагать, что только фамилии выдающихся людей слагают историю страны. Зачастую фамилии простых, обыкновенных людей делают возможным понять жизнь отдельного человека как ячейки общества. Такое обстоятельство позволяет судить о развитии целого народа, осмыслить географические корни отдельных людей и дать оценку их уклада в социально-экономическое развитие своей этнической территории, страны. В этом смысле очень важна информация, выражаемая фамилиями, возникшими из топонимов (географических названий).

Общеизвестно, что фамилия является наследственным, отличительным и своеобразным «именем института семьи». В то же время в исследованиях В. А. Никонова [7] отмечено, что и лингвистически, и юридически славянские фамилии оформлены сравнительно поздно: они сложились в XV–XIX веках, т. е. по историческим меркам фамилии появились сравнительно недавно. Считается, что весьма продолжительное время фамилии были достоянием привилегированного слоя, а крестьянство, составлявшее основную массу населения (например, у русских до XVIII века), оставалось в большинстве случаев без фамилий. Так, С. Илчев [2] утверждал, что у болгар фамилии формировались преимущественно в XIX веке. В исследованиях Б. Маркова [3] приведены факты, подтверждающие, что моложе всех фамилии македонцев, поскольку процесс их формирования продолжался в первой половине XX века и полностью завершен только после Второй мировой войны.

Формирование фамилий у славян в целом протекало в те столетия, когда славянские народы жили уже обособленно и их языки значительно разошлись. Поэтому фамилии одного народа отличаются от фамилий других народов, и именно поэтому фамилия является своего рода «живой историей народа». Наряду с этим в результате проведенных топонимических исследований Г. Я. Симиной выявлена закономерность: если нанести на карту места распространения фамилий, образованных от названия одного города, и соединить их линиями с этим городом, то получится «роза лучей», указывающих зону связей [12].

Изучение происхождения и географического распространения фамилий является задачей топонимики как географо-историко-лингвистической науки. Однако исследования в этом направлении немыслимы без статистики, выясняющей соотношения разных тенденций. В более глубоком понимании изучает фамилии особая наука – антропотопонимика. Так, географический аспект изучения фамилий представлен в исследованиях Н. В. Бирилло [1], В. А. Никонова [6] и многих других антропонимистов [4; 9; 12]. Вместе с антропонимами все имена собственные (топонимы, т. е. географические

названия, этнонимы – названия народов, космонимы – названия космических объектов, зоонимы – клички животных и др.) с изучающими их отраслями наук составляют ономастику (раздел языкознания, изучающий собственные имена, историю их возникновения и трансформации в результате длительного употребления в языке-источнике или в результате заимствования из других языков).

Исторически сложилось, что быт людей и их повседневные обязанности запечатлелись не только в географических объектах, но и в фамилиях, лексические основы которых означали социальное положение в обществе и трудовые отношения (например, Батраков, Баскаков, Половников), предметы одежды (Лаптев, Ноговицин), еду и напитки (Шаньгин, Сбитнев), обычаи и обряды (Ряженых, Панихидин). Так, учеными-антропонимистами Б. А. Рыбаковым [10] и О. Н. Трубачевым [13] зафиксирован факт бесследно исчезнувших профессий с наступлением эпохи новейших технологий. Однако в проведенных исследованиях ими отмечено, что о многих профессиях осталось созвучное напоминание и оно «живет» в таких фамилиях, как Балакировщиков, Бердников, Бортников, Бронников, Воскобойников, Денщиков, Знахарев, Ирошников, Кожемякин, Коновалов, Копейщиков, Кречетников, Лучников, Мечников, Окладников, Олейников, Пономарев, Решетников, Ростовщиков, Рушников, Свечников, Скоморохов, Сокольников, Солодовников, Стрельцов, Сырейщиков, Сыромятников, Толмачев, Трапезников, Хамовников, Целовальников, Шаповалов, Шерстобитов, Шорников, Щепетильников.

В конце XX века антропонимистами была проведена параллель фамилий с названиями географических территорий. Например, в своих исследованиях ученые [3; 4, с. 65; 5; 9] проследили парадоксальную связь: одна и та же фамилия *Попов* – самая частая и на крайнем севере славянского мира (у русских в Архангельской области), и на крайнем юге того же славянского мира (у македонцев, живущих на границе с Грецией), и у болгар [2] (на юге и востоке Болгарии). В то же время эта фамилия считается весьма редкой или почти не встречается на большей части других территорий славянского мира [7].

Для развития антропотопонимики как науки с географо-историко-лингвистическим уклоном важно сопоставление форм фамилий, глубже отражающих историю языка и народа. Именно поэтому в конце XX века появились работы по антропонимии славян, сопоставляющие формы фамилий. Так, по мнению выдающихся советских и российских ученых-антропонимистов, самая частая у чехов фамилия *Новак* [4, с. 89; 8, с. 72; 9; 12], но парадокс в том, что по своему распространению в славянском мире она занимает четвертое место у хорватов, шестое место – у поляков (г. Варшава), довольно часто встречается у словаков и словенцев, у русских (г. Москва), а также, претерпев историческую лексикологию и словообразование, у русских она трансформировалась в фамилии *Новаковский*, *Новаков*, *Новакович* [4, с. 90; 12, с. 32], у белорусов она преобразована и часто встречается как Новиков [8, с. 74]. Кроме того, в исследованиях Э. М. Мурзаева, А. И. Попова, Е. М. Поспелова, Г. Я. Симиной [4; 8; 9; 12] упомянуто, что для славянских языков характерна суффиксальность лексической категории имен, а фамилии, по утверждению лингвистов, принадлежат именно к этой категории. Например, в фамилиях русских абсолютно преобладает формант *-ов* (с фонетическим вариантом *-ев*), более 90 % сербов носят фамилии, образованные формантом *-ичь* (*-ih* в фонетической транскрипции), у поляков преобладает формант *-ски* (*-ski*, *-cki*). Именно поэтому суффикс, закрепляясь

и став нормой фамилии, теряет свое этимологическое значение, также теряет значение и основа, например: чех Коварж, поляк Коваль, хорват Ковач – это не кузнецы, как означала основа их фамилий, а люди разных профессий. Именно так описывают ученые-антропонимисты возникновение множества славянских фамилий: польские, хорватские, сербские – на *-ович* (*-евич*), русские и болгарские – на *-ичев*, чешские, хорватские и словенские – на *-очек*.

Интересно мнение П. Смочиньского о прямой исторической связи форм фамилии с географией населения: «Фамилий на *-ski* в Малопольше мало, так как там почва малоплодородная, и поэтому деревни были реже, чем в Великопольше. В Мазовии, где количество поместий превосходило Малопольшу и Великопольшу, фамилии на *-ski* популярнее, чем в Малопольше, но вследствие большого количества деревень, принадлежащих мелкому дворянству, там фамилии на *-ski* реже, чем в Великопольше» [14, с. 22]. Например, по подсчетам Н. В. Бирилло [1] у русских в среднем частотность фамилий на *-ский* едва ли превышает 4 %, но и это больше 5 млн. человек; у белорусов частотность фамилий этой модели колеблется от 10 % на юге и востоке республики до 30 % на северо-западе; у украинцев на востоке – 4–6 %, на западе – 12–16 %. Кроме того, исследованиями этого антропонимиста установлено, что у словаков фамилии на *-ск* составляют приблизительно 10 %; у чехов – 3 %; у словенцев, хорватов, сербов – незначительное количество таких фамилий, но весьма весомое их количество отмечено у болгар – около 18 %, а у македонцев этим формантом (формой) фамилии охвачена половина населения, и граница зон преобладания фамилий на *-ов* и *-ски* проходит с севера Северной Македонии на юг, к западу, где преобладают фамилии на *-ски*, к востоку – на *-ов*. В целом, по мнению Н. В. Бирилло, носителей фамилий с формантом *-ск* (*-цк*) у славян значительно больше – около 30 млн.

Географический аспект изучения фамилий заключается вовсе не в том, что основа фамилии называет географический пункт. Встречаются и исключения. Например, как отметил в своих исследованиях Д. Т. Надькин [5], ценно и то, что в документе 1902 года зафиксированы в заволжском селе под названием Шиланский Ключ мордовские фамилии: Киржеманский и Пилесевский. Так, по мнению этого антропонимиста, по одним этим фамилиям, ничего не зная об их носителях, понятно, что это переселенцы из селений Киржеманы и Пилесево (ранее – Атяншевский р-н Мордовской АССР). Вместе с тем в своем большинстве фамилии являются результатом и фонетических изменений, и отпадения звуков, и переосмыслений, и звукоподражаний, а формально тождественные окончания образуют на географической карте явную статистическую общность. По мнению ученых-антропонимистов, такая закономерность, вероятно, обусловлена тремя факторами: во-первых, многие из формантов преобразования фамилий все же имели общее происхождение; во-вторых, на изменение фамилий подействовали фонетические особенности языка или диалекта (например, территориальное размежевание *е/а*); в-третьих, происходил принцип «втягивания в ряд», основанный по закону равнения на преобладающую форму [1, с. 23; 4, с. 52; 8, с. 75; 12, с. 32].

Во многих трудах ученых антропонимистическая проблематика XIX–XX веков насыщена утверждениями о том, что огромная группа славянских фамилий с формантами *-к*, *-ак*, *-ек*, *-ук*, *-ик*, *-ка*, *-ко*, *-енко* осложнена формантами типа *-ник*, *-чук*, к которым прибавлены *-ка*, *-кол* с развернутой формой *-енко*. Например, Н. В. Бирилло [1, с. 10] приводит данные о фамилиях с формантами *-к* (*-ек*), распространенных на западе

славянского мира: 16 % словенцев носят фамилии с финальным *-к* (преобладая над общеюгославянскими с формантом *-ич*); к чешским показателям близки словацкие – 20 % с формантом *-к* и 5 % с *-ка*, *-ко*; часты фамилии с этими формантами и в Польше, особенно на юге страны; фамилии на *-ак* характерны для украинцев Закарпатья, однако северо-восточнее уже встречается формант *-ук* (*-чук*, *-юк*): Максимук, Ковалюк, Ковальчук; у белорусов фамилии группы *-ук* охватывают 50 % территории Полесья, но в то же время на большей части территории республики таких формантов насчитывается около 10 %, а повсеместно они единичны или вовсе отсутствуют.

Проведенными исследованиями Н. В. Бирилло [1] утверждается, что у белорусов преимущественно распространены фамилии с чистыми формантами *-ко*, *-ка*, хотя они свойственны прежде всего украинцам и западнославянским народам. В исследованиях других антропонимистов [4; 8; 12] подчеркнуто распространение практически единым массивом фамилий с формантом *-к*, простирающихся огромной дугой через половину Европы – от Адриатики до Азовского моря. При этом форма фамилии, образованная общеславянским формантом *-ин*, часто встречается только у русских. В других славянских языках фамилии с *-ин* конечно же имеются, но количество их весьма невелико, например, у хорватов насчитывается всего 1 % от числа населения.

В исследованиях советских и российских ученых-антропонимистов приводятся фамилии рассмотренных пяти самых частых форм (*-ов*, *-ич*, *-ский*, *-ин*, *-к*), охватывающих более 80 % всего славянского населения [4; 8; 12]. Например, от Карпат до Альп регулярно встречается форма фамилий на *-ец* (Подунаец, Водопивец, Кривец), которые можно назвать по исторической территории Паннонии. Формант этих фамилий (*-ац*) распространен у хорватов; у словенцев – *-н*, *-р*, *-л*, *-й* с часто выпадающим *-е* (Доленц, Зайц), а также у чехов, словаков, у населения Закарпатья, встречается у сербов, у македонцев (Беличанец, Курец). Ареал фамилий на *-ец* образует на карте почти замкнутое кольцо, охватывающее территорию венгров, пришедших на Дунай в IX веке. По утверждению антропонимистов, распространенная форма фамилий на *-ец* могла обойти Венгрию, хотя не вполне исключено и то, что формант *-ец* в фамилиях Закарпатья обязан южнославянскому влиянию. В этом смысле ученые выдвигают предположение, что наиболее вероятно, что не только до возникновения фамилий, а еще и до прихода венгров, разорвавших сплошное население былой Паннонии, сложились в славянских языках те одинаковые словообразующие компоненты, которые спустя столетия образовали модель фамилий с окончанием на *-ец*.

По мнению белорусских антропонимистов Н. В. Бирилло [1, с. 14] и Г. Я. Рылюка [11, с. 132], иной тип фамилий – есть нарицательное имя, ставшее фамилией без каких-либо изменений (например, Сметана), и другое имя, хотя бы и с видимыми суффиксами, но образовавшими не фамилию, а только ее основу (например, Мельник). Фамилии этого типа, отмечают ученые, господствующие в неславянских языках Европы, у славянских народов наиболее часто встречаются у чехов и словенцев, меньше – у поляков, украинцев, белорусов.

В славянском мире выглядевшие беспорядочными фамилии из двух основ разделимы не по языкам. Напротив, они объединены в межъязыковые группы по грамматическим отношениям между составляющими элементами. При этом ареалы фамилий или их форма не совпадают с границами языков. Яркий тому пример – единый массив фамилий на *-енко*, идущий поперек языковых рубежей, объединяющий восточную часть Украины с восточной полосой Беларуси. Наперекор границам государств

и национальных языков распространены и формы фамилий на *-ец*, *-ак*, *-ук* и др. В то же время одни из общеславянских черт фамилий генетичны и представляют собой следы былого языкового единства славян, другие – обязаны прямому взаимообмену фамилиями (либо формами) между славянскими народами, например, русско-украинскому, русско-белорусскому, польско-украинскому, польско-белорусскому, чешско-польскому и т. д. [4; 7; 11].

Многовековое общение славян с неславянскими народами втянуло в состав славян множество неславян по происхождению, которые принесли с собой свои иноязычные фамилии. Например, у чехов немало немецких фамилий, у поляков – немецких и литовских, у болгар – турецких, у русских – тюркских, финно-угорских, иберо-кавказских и др. [5; 8; 10; 12].

Кроме географии форм, образующих фамилии, важна география форм, которыми образованы их основы; по мнению лингвистов, их нельзя смешивать с образованием фамилий, но они таят столько ценного для истории народа и языка, что упустить такой источник просто непростительно. Здесь можно лишь в качестве примеров привести немногие, приоткрывающие грани проблемы. Понятно, что частотность форм, образующих фамилии, гораздо меньше, чем частотность форм самих фамилий, но все же значительна, а территориальная избирательность – ярка. Например, *-инов* (*ов*). Именования Костромитин(ов), Пермитин(ов) обозначали дворянина, зачисленного на военную службу по такому же уезду, в котором он и получал землю, становясь помещиком. Для следующих поколений эти именования становились фамилиями. Существует целый перечень городов, от названий которых образованы фамилии: Белев, Болохов, Боровск, Венев, Верея, Вязьма, Коломна, Кострома, Луховицы, Можайск, Мосальск, Москва, Пермь, Псков, Ржев, Серпухов, Тверь. Положенные на географическую карту, они очерчивают границы некогда существовавшего в историческом прошлом – на исходе XV века – Московского государства, что датирует расцвет форманта *-итин*.

Если вплотную касаться темы о географических корнях и дальнейшем распространении фамилий, можно привести весьма интересный пример исторического своеобразия русского Севера, поскольку именно там лучше, чем где-либо, сохранились местные фамилии. Например, на севере России много фамилий, образованных от местных географических названий: Ваенгский, Вайванцев, Ваймутин, Варакин, Варзузин, Вологдин, Гаревский, Долгоцелов, Едемский, Закемовский, Ижмяков, Кокшарев, Матигоров, Мехреньгин, Мехряков, Немнюгин, Нюхчин, Онегин, Пермиловский, Поженский, Шежмин, Шелатский. К тому же западная часть северной территории России (Онежский полуостров – крупный полуостров на северо-западе России) входит в ареал гидронимов со вторым компонентом форманта *-озеро* (Кенозеро, Ундозеро), что отразилось и в фамилиях: Кенозеров, Кодлозеров, Ундозеров. Немало фамилий и от основ нарицательных, означающих специфические местные природные условия, условия хозяйствования и быта населения: Вешняков, Ластов, Лохов, Морицин, Пластинин, Соргин, Шелепин.

Многие ученые-антропонимисты [4, с. 298; 7; 8, с. 33; 9; 12; 13, с. 22] отметили, что самые частые в славянском мире фамилии – *Иванов*, *Попов* – в сельских местностях (даже и в последнее десятилетие) являются единичными фактами, несмотря на огромную подвижность населения. В то же время эти антропонимисты приводят несколько фамилий с указанием точного места их возникновения, т. е. их географические корни: Гомкин

(Ливенский р-н, с. Теличья), Змелюгин (Хотынецкий р-н, д. Михайловка), Катасонов (Хотынецкий р-н, с. Урынск), Клиндухов (Дмитровский р-н, с. Трофимово), Марандыкин (Мценский р-н, с. Стрельниково), Подплутов (Должанский р-н, с. Козьмодемьянское), Рымшин (Колпнянский р-н, с. Натрубеж), Суряднов (Залегощенский р-н, с. Моховое), Твердохлебов (Мценский р-н, с. Алябъево), Шелегов (Мценский р-н, с. Копны). Однако до настоящего времени не имеется достоверных сведений о словах, ставших основой этих фамилий, и об их значениях. Исследователи русского заселения сетовали на скудность источников, даже на смерть старожилов исследуемой географической местности, однако, как правило, они забыли (или же не приняли к сведению) о таком важном историческом источнике, как ономастика. Между тем именно эта наука помогает осветить нераскрытые грани, которые оставлены иными источниками без объяснений. Только широкая инвентаризация славянских фамилий, учитывающая такие особенности, дает будущим исследователям вполне надежную основу для научного сопоставления.

Полученные данные по антропотопонимике весьма интересны даже для обывателя, однако для получения научной информации о географических корнях и дальнейшем распространении фамилий необходимо сопоставить эти данные с диалектологическими, этнографическими, историческими картами.

Таким образом, учет антропонимии и этнонимии в топонимических исследованиях настолько важен, что правомерно говорить о методе антропонимии и этнонимии. Этот метод требует, чтобы топонимисты-исследователи имели достаточное представление об антропонимии и этнонимии тех языков, на которых общались жившие на очерченной территории народы. Важно, чтобы изучалась антропонимия и этнонимия народов в синхронии и диахронии, умело различались антропонимические и этнонимические заимствования и имелись представления о функционировании антропонимии и этнонимии в разных общественно-экономических формациях. Также следует помнить и о том, что государственное закрепление фамилий притормозило, но не прекратило изменение фамилий. К тому же высокая мобильность и миграция населения заметно выравнивают состав фамилий (даже без их изменений), сглаживают и региональные различия. Хотя процесс интеграции и длителен, однако в последнее время ввиду различных социально-политических изменений темпы его возрастают.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЕ ССЫЛКИ

1. *Бирилло, Н. В.* Белорусская антропонимия / Н. В. Бирилло. – Минск, 1969. – 36 с.

2. *Илчев, С.* Българските фамилни имена / С. Илчев // Известия на Института за български език. – София, 1968. – С. 531–539.

3. *Марков, Б.* Типы македонских фамилий / Б. Марков // Onoma. Leuven, 1978. – XXII. – С. 123–132.

4. *Мурзаев, Э. М.* Топонимика и география / Э. М. Мурзаев. – М. : Наука, 1995. – 304 с.

5. *Надькин, Д. Т.* Морфологическое строение мордовских дохристианских личных имен / Д. Т. Надькин // Ономастика Поволжья. – Горький, 1971. – С. 76–78.

6. *Никонов, В. А.* Имя и общество / В. А. Никонов. – М. : Наука, 1974. – 74 с.

7. *Никонов, В. А.* Формы русских фамилий / В. А. Никонов // Studia językoznawcze. – Wrocław, 1966. – С. 27–36.

8. *Попов, А. И.* Географические названия (Введение в топонимику) / А. И. Попов. – М. : Наука, 1965. – 182 с.

9. *Поспелов, Е. М.* Топонимика и география / Е. М. Поспелов // Вопросы географии. Топонимика на службе географии : сб. ст. / отв. ред. Е. М. Поспелов. – М. : Мысль, 1979. – № 110. – С. 9–10.

10. *Рыбаков, Б. А.* Ремесло Древней Руси / Б. А. Рыбаков. – М., 1995. – 501 с.

11. *Рылюк, Г. Я.* Истоки географических названий Беларуси (с основами общей топонимики) : пособие для преподавателей и студентов географических специальностей / Г. Я. Рылюк. – Минск : Веды, 1999. – 235 с.

12. *Симина, Г. Я.* Фамилия и прозвище / Г. Я. Симина // Ономастика : сб. ст. – М. : Наука, 1969. – С. 27–34.

13. *Трубачев, О. Н.* Из материалов для этимологического словаря фамилий России / О. Н. Трубачев // Этимология: Проблемы лингвогеографии. – М., 1998. – С. 3–53.

14. *Smoczynski, P.* Untersuchungen zu polnischen Familiennamen // Magyar nyelvjárások. Deberecen, 1968. – S. 22.

Congchun Chen [1], Yu-qin Long [2], Zhihong Shi [3], Jiarong Zhao [4]

УДК 624.012.4:519.6

[1–4] School of Urban Construction and Safety Engineering, Shanghai Institute of Technology, Shanghai, China

FINITE ELEMENT ANALYSIS OF THE AXIAL COMPRESSION PERFORMANCE OF 3D-PRINTED ULTRA-HIGH PERFORMANCE CONCRETE AND CAST-IN-PLACE CONCRETE COMPOSITE SHORT COLUMNS

Concrete 3D printing construction technology is a new green construction technology with broad application prospects. At this stage, more research on the mechanical properties of concrete 3D-printed structures still needs to be done. This paper investigates the effect of printing layer thickness on the axial compressive mechanical properties of composite short columns through finite element analysis of the stress-strain of 3D printed ultra-high performance concrete and cast-in-place concrete composite short columns under axial load. The results show that the printed shell can effectively restrain the internal core concrete; under axial compression, the reduction in the thickness of the printed layer leads to a decrease in the ductility of the short column while the compressive strength is improved. It provides a reference for practical engineering and subsequent research.

Keywords: 3D printing; ultra-high performance concrete; concrete composite short column; finite element analysis.

For citation: Congchun Chen & Yu-qin Long & Zhihong Shi & Jiarong Zhao. Finite Element Analysis of the Axial Compression Performance of 3D-printed Ultra-high Performance Concrete and Cast-in-Place Concrete Composite Short Columns. Sophia. 2025;1:40–53. English.

Конгчунь Чэнь [1], Юй-цинь Лун [2], Чжихун Ши [3], Цзяжун Чжао [4]

[1–4] Факультет городского строительства и техники безопасности, Шанхайский технологический институт, Шанхай, Китай

КОНЕЧНО-ЭЛЕМЕНТНЫЙ АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ОСЕВОГО СЖАТИЯ КОРОТКИХ КОЛОНН ИЗ КОМПОЗИТНОГО СВЕРХВЫСОКОПРОЧНОГО БЕТОНА И МОНОЛИТНОГО БЕТОНА, ИЗГОТОВЛЕННЫХ МЕТОДОМ 3D-ПЕЧАТИ

Технология строительства с использованием 3D-печати бетоном представляет собой новую экологичную строительную технологию, имеющую широкие перспективы применения. На данном этапе все еще необходимо провести больше исследований механических свойств конструкций, созданных с помощью 3D-печати бетоном. В данной статье исследуется влияние толщины печатного слоя на осевые сжимающие механические свойства композитных коротких колонн путем анализа методом конечных элементов напряженно-деформированного состояния ультра-высокопрочного бетона, напечатанного на 3D-принтере, и монолитных бетонных композитных коротких колонн под осевой нагрузкой. Результаты показывают, что напечатанная оболочка может эффективно сдерживать внутренний сердечник из бетона; при осевом сжатии уменьшение толщины печатного слоя приводит к снижению пластичности короткой колонны, в то время как прочность на сжатие повышается.

Это предоставляет ориентиры для практического применения в инженерных проектах и последующих исследований.

Ключевые слова: 3D-печать; ультра-высокопрочный бетон; бетонная композитная короткая колонна; анализ методом конечных элементов.

Образец цитирования: Конгчунь Чэнь. Конечно-элементный анализ характеристик осевого сжатия коротких колонн из композитного сверхвысокопрочного бетона и монолитного бетона, изготовленных методом 3D-печати / Конгчунь Чэнь, Юй-цинь Лун, Чжихун Ши, Цзяжун Чжао // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 40–53.

Авторы:

[1] **Чэнь Конгчунь** – старший инженер, доцент Уханьского технологического университета; докторская степень в Университете Тунцзи по специальности «Мостовое и туннельное строительство». Работает в Шанхайском технологическом институте.

chencongchun@163.com

Authors:

Chen Congchun – senior engineer, associate professor Wuhan University of Technology; a doctorate Tongji University in 2006 with in Bridge and Tunnel Engineering. Working at Shanghai Institute of Technology.

[2] **Юй-цинь Лун** – магистрант Школы городского строительства и инженерной безопасности Шанхайского технологического института. Ее исследования сосредоточены на укреплении бетонных конструкций.

2456967444@qq.com

Yu-qin Long – currently a Master's student at the School of Urban Construction and Safety Engineering, Shanghai Institute of Technology. Her research focuses on the strengthening of concrete structures.

1. Introduction

Concrete 3D printing construction technology, as a highly automated and flexible construction technology emerging in recent years, is based on three-dimensional digital models and completes the construction of the target structure by printing and stacking layers of material on top of each other [1; 2]. Each building or component can be personalized on demand using the contouring process in the 3D printing technology [3] approach. Ultra High-Performance Concrete (UHPC) has excellent physical and mechanical properties and is widely used in engineering and construction [4]. In this paper, the two are combined to study the force performance of 3D printed ultra-high performance concrete and cast-in-place concrete composite short columns, using finite element software to simulate them and adjusting the

thickness of the printing layer from the printing process to analyze the effect of the two on the axial compression performance of the composite structure, and to provide theoretical support for the application of practical engineering.

2. Finite element eigenmodel

General-purpose finite element software was selected, and the principal structures, cell types, and contact conditions used were further refined by 3D printing of specimen simulations of each anisotropy with parameter inputs for the interlayer cohesive cell.

2.1. Plastic damage modelling of concrete

The plastic damage model for concrete in this finite element software assumes that the material has isotropic damage, applies to concrete under various loads, including cyclic and dynamic loads, and takes into account the degradation of elastic stiffness due to tensile and compressive plastic strains as well as the stiffness recovery in the unloaded state [5]. The results of this study are summarised in the following table.The stress-strain relationships for the damage plasticity model of concrete in compression and tension in the finite element software are shown in *Fig 1* and *Fig 2*.

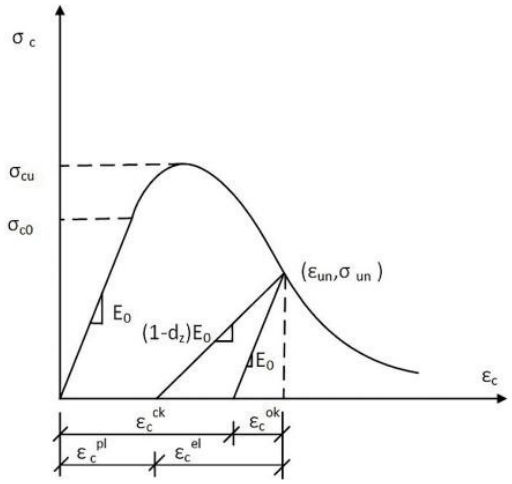


Fig. 1. Compressive stress-strain curve of concrete damage plastic model.

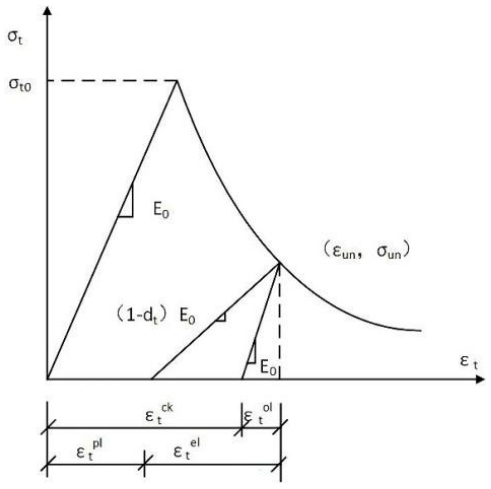


Fig. 2. Tensile stress-strain curve of concrete damage-plastic model.

2.2. Selection of normal C30 concrete material eigenstructure

The selection of C30 concrete principal structure follows China's "Code for the Design of Concrete Structures" (GB50010-2010) [6]. The uniaxial stress-strain curve is shown in *Fig. 3*.

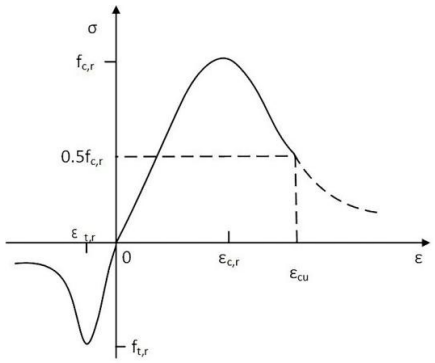


Fig. 3. Uniaxial stress-strain curve of concrete.

2.3. Selection of reinforcing steel principal structure

The stress-strain constitutive relationship of single loading of steel reinforcement adopts the ideal completely elastic-plastic bilinear model, as shown in *Fig. 4*.

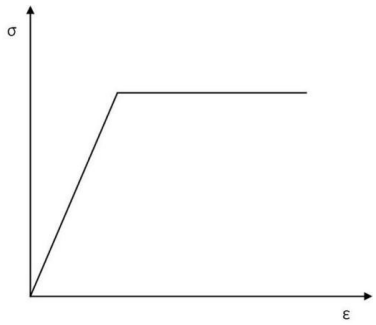


Fig. 4. Stress-strain curves of steel bars.

2.4. Selection of reinforcing steel principal structure

Uniaxial compression and tension of UHPC [7–10] and tension [11]. The stress-strain ontological relationship is selected as shown in *Fig. 5* and *Fig. 6*.

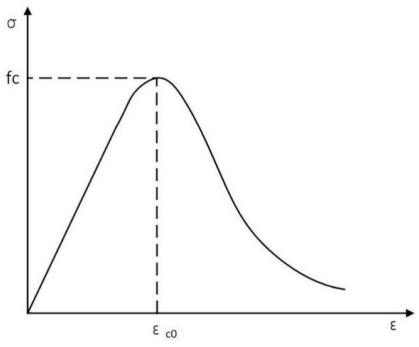


Fig. 5. UHPC uniaxial compressive stress-strain curve.

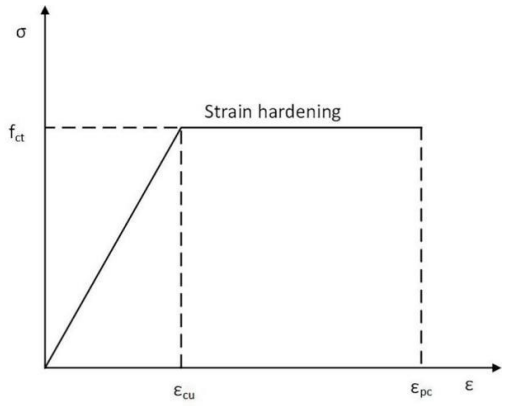


Fig. 6. UHPC uniaxial tensile stress-strain curve.

In the finite element software, CDP model materials also need to enter several parameters; in this paper, to facilitate the subsequent simulation, it is easy to converge references [12; 13]. The selected parameters are shown in *Table 1* below.

Table 1

CDP model material parameter table

Expansion angle	***Eccentricity***	***fb0/fc0***	***K***	***Viscosity parameter***
36°	0.1	1.16	0.6667	0.0005

3. Simulation overview

3.1. Loading method

The calculation is complex to converge because the concrete material is nonlinear in finite element analysis. In this paper, displacement-controlled loading is used in the simulation to ensure that the model can converge better; at the same time, in order to facilitate the control, the reference point RP-1 is established first, and the point is coupled with the upper surface of the short column, which is completely fixed to the lower surface of the core concrete and UHPC layer. The test adopts a monotonic loading system; the loading rate is 0.5 mm/min, and it is agreed that the test ends when the load is reduced to 60 % of the maximum load.

3.2. Specimen design

This simulation will be for a group of three printed single-layer thickness of 20 mm, 40 mm, 50 mm width of 50 mm ultra-high performance concrete 3D printed short columns, a group of three printed single-layer width of 30 mm, 40 mm, 50 mm thickness of 50 mm ultra-high performance concrete 3D printed short columns, and a short column of the exact dimensions of the ordinary cast C30 reinforced concrete as shown in *Fig. 7*. The dimensions of all the short concrete columns are 250 mm radius and 1000 mm height, and the ultra-high performance concrete 3D printed short columns are printed using the contour process; firstly, the external shell is printed with the specifications of the outer diameter D = 600mm and the inner diameter d = 500 mm, and then the shell is printed with the rebar cage embedded in the shell to be formed by pouring the C30 concrete. Reinforcement cage hoop selection of 6mm diameter HPB300 rebar, hoop spacing of 150 mm for a total of 6, the longitudinal bar for the diameter of 12 mm HPB300 rebar for a total of four.

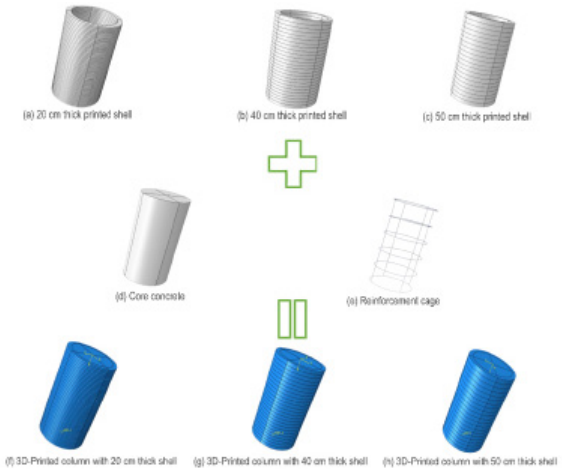


Fig. 7. Schematic diagram of 3D printing short column structure.

The material parameters of the above structure are shown in *Table* 2.

Table 2

Material parameter table

Component	***Material***	***Modulus of elasticity (MPa)***	***Tensile strength (MPa)***	***Prism compressive strength (MPa)***	***Poisson's ratio***
Reinforcement layer	1.5% UHPC	50100	5.6	115.1	0.2
Hoop reinforcement	HPB300/d8	2.06×105	256	/	0.3
Longitudinal reinforcement	HRB300/d12	2.06×105	270	/	0.3
Ordinary concrete	C30	30000	2.82	28.82	0.2

3.3. Cell division

In this paper, the C3D8R (three-dimensional eight-node reduced integral) unit is used for the reinforcement layer and C30 concrete, the C0H3D8 (three-dimensional eight-node solid) unit is used for the cohesive bonding layer between the printed shell layer and the layer, and T3D2 (two-node linear truss) unit is used for the reinforcing steel.The cohesive bonding unit is used to connect the contact printing layer with the layer, and after setting a reasonable bond strength, the two are subjected to the force together. The reinforcement layer and the core concrete are connected by “face-to-face contact”, and the “penalized contact”-function with a friction coefficient of 0.5 is selected for tangential behavior, while the “hard contact” function is selected for normal pressure behavior. The “hard contact” function is selected for the tangential behavior. Reinforcing bars are embedded in the center of the cast concrete using the built-in embedded command.The schematic diagram of the cell division of the component is shown in *Fig. 8*.

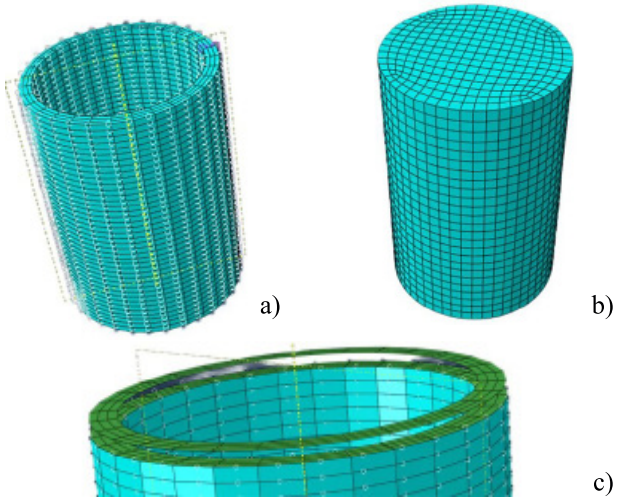


Fig. 8. Schematic diagram of component cell division: a) Printed shell mesh model; b) Core cast concrete mesh model; c) Schematic diagram of cohesive cells in the intermediate bond layer.

4. Analysis of simulation results

4.1. Analysis of specimen stress-strain maps

4.1.1. Cloud diagram of reinforcement cage

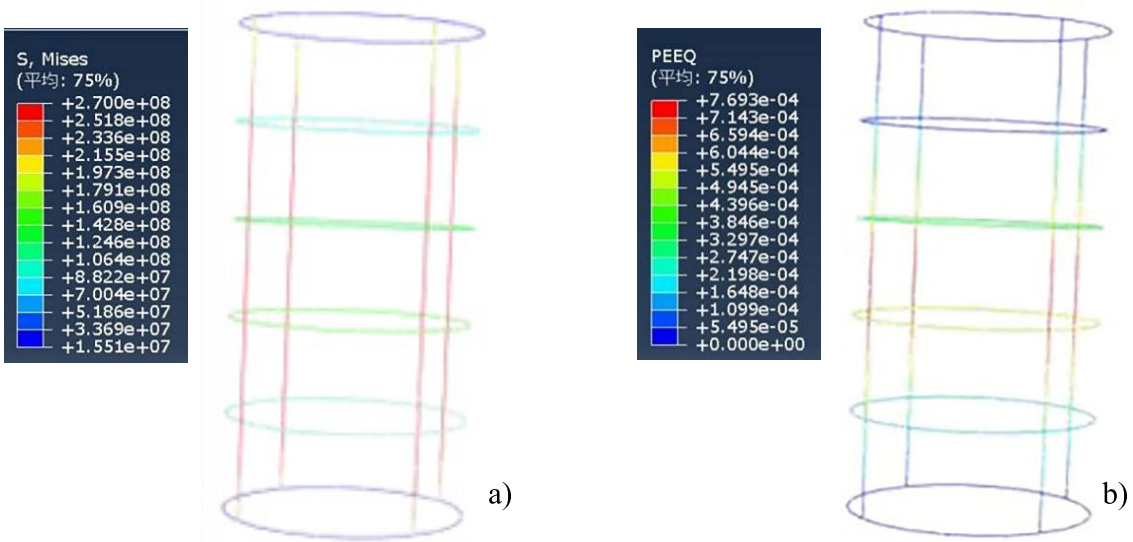
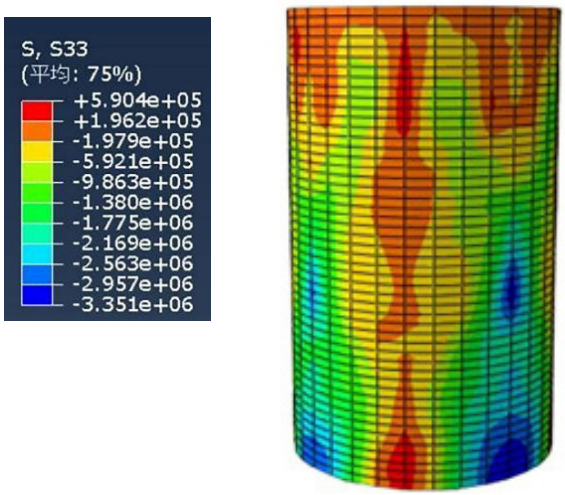


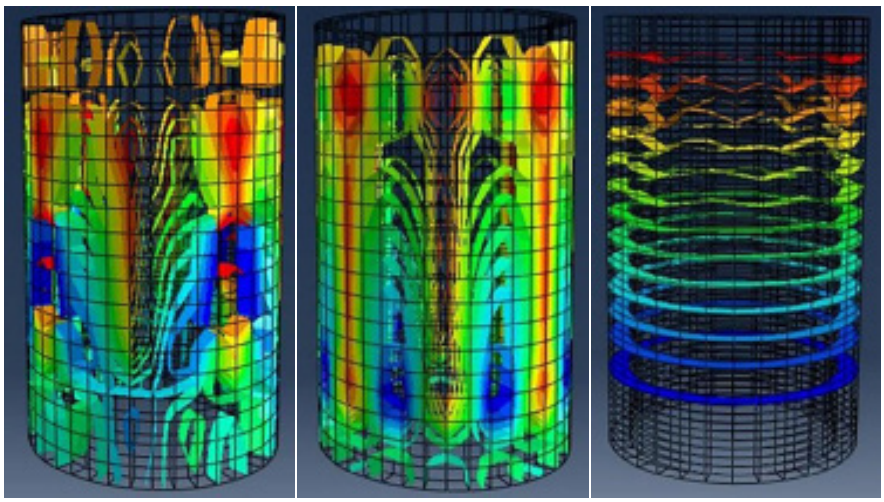
Fig. 9. Axial rebar cage cloud diagram: a) Stress diagram of reinforcement cage at the time of damage; b) Strain diagram of rebar cage during damage

As shown in *Fig. 9* of the cage cloud diagram, the stress strain of the longitudinal bars of the cage is much larger than that of the hoop bars after the load is applied. The stress-strain in the middle of the longitudinal bars is the largest. The damage also occurs in the middle of the longitudinal bars of the steel fibers so that the stress and damage of the cage of a short concrete 3D printed column are similar to that of an ordinary poured concrete short column.

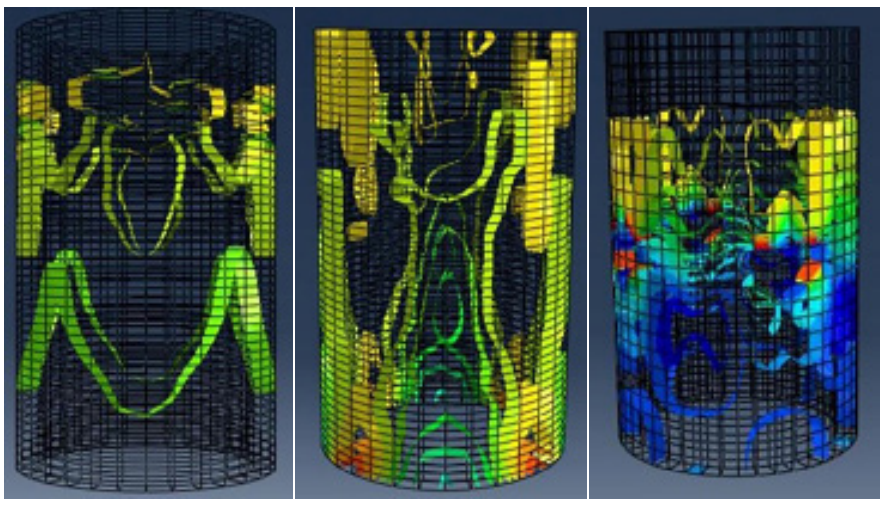
4.1.2. Printed shell cloud diagram



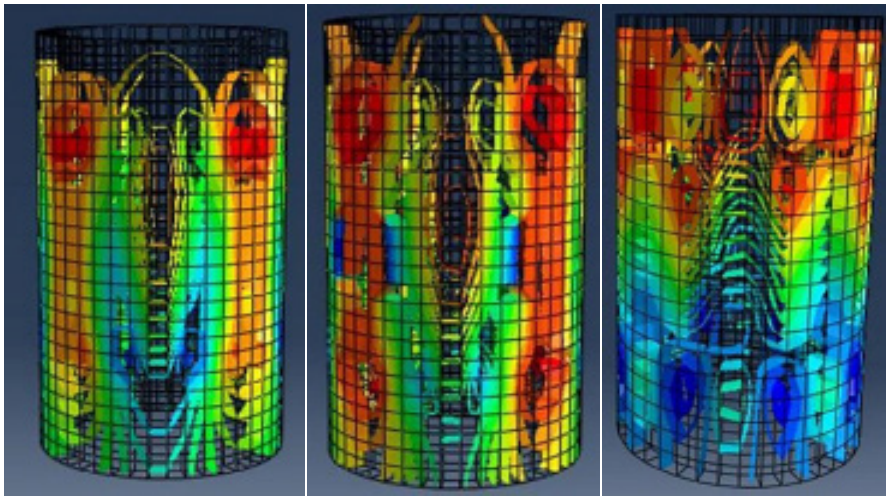
a)



b)



c)

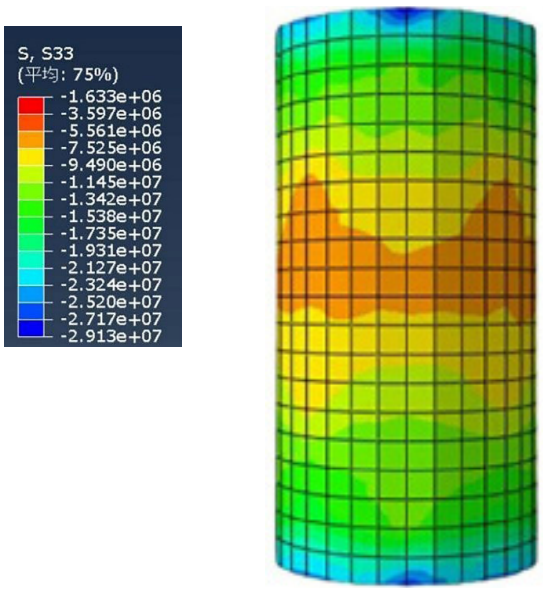


d)

Fig. 10. Print the axial stress contour of the shell: a) Schematic of the stress cloud of printed shells;
b) C3DP-20 printed shell stress cloud equivalent surface map;
c) C3DP-40 print shell stress cloud diagram equivalent surface map;
d) C3DP-50 Print the axial stress map equivalent surface map.

As shown in *Fig. 10* of the printed shell, after loading the 3D printed shell, the stress first rises on the top and bottom surfaces and then passes to the middle. When the stress cloud mode is selected to display the contour surface, it is found that the stress contour surface of the printed layer from 20 mm to 50 mm is continuously encrypted, and the stress contour surface of 20 mm develops rapidly in the longitudinal direction. It is assumed that the cracks may expand faster in the 20 mm single-layer printing thickness, but more cracks appear in the 40 mm and 50 mm single-layer printing thicknesses. The reason for this may be that the 20 mm print layer shell has more bonded surfaces, and the steel fibers inside the UHPC material used for printing do not play a good role in bridging the cracks, and the steel fibers are more likely to line up in the direction of printing.

4.1.3. Core concrete cloud diagram



a)

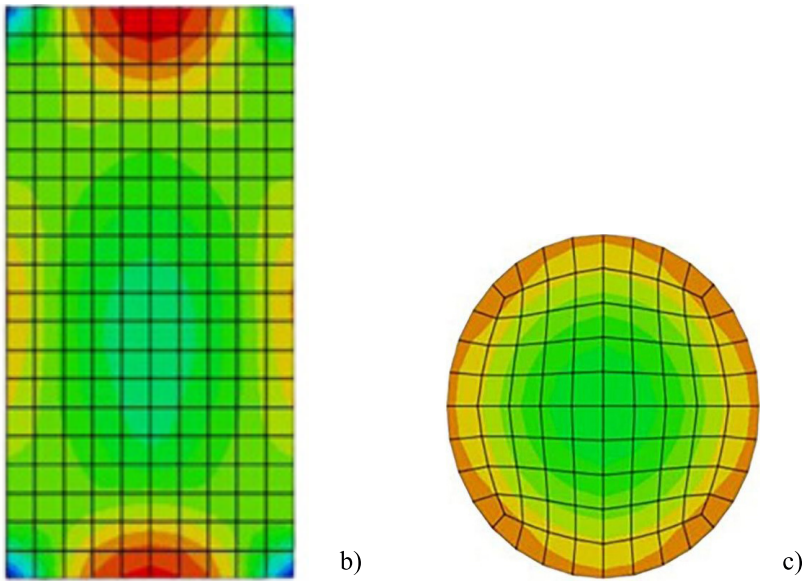


Fig. 11. Core concrete stress contour: a) Stress cloud of core concrete; b) Vertical section stress contour; c) Horizontal section stress contour.

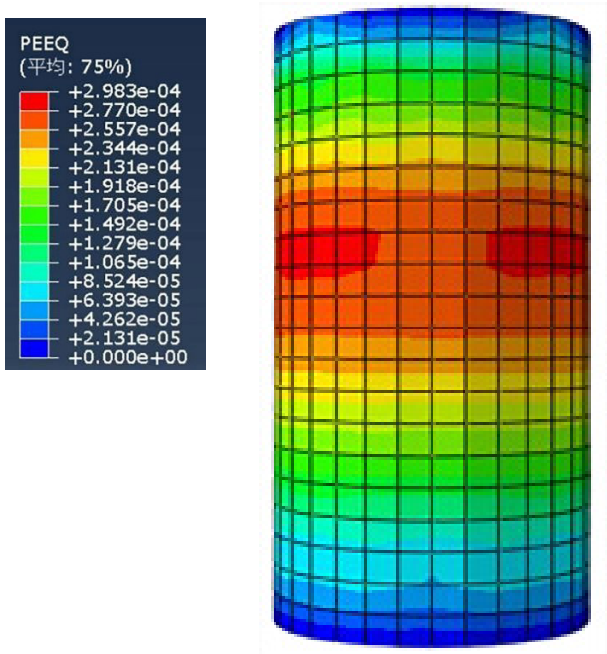


Fig. 12. Strain cloud map of core concrete.

As illustrated in *Fig. 11* and *Fig. 12*, it is evident that under loading conditions, the stress at the ends of the core concrete cylinder is relatively lower compared to the higher stress concentration observed in the central region of the column. The stress distribution exhibits symmetry about the central axis, and the binding force of the outer printed shell intensifies following significant strain in the midsection of the core concrete column. On the transverse plane, the stress within the core concrete is approximately distributed in a ring pattern, with a gradual decrease from the periphery towards the center.

4.1.4. Cloud diagram of 3D printed composite short column with ultra-high performance concrete

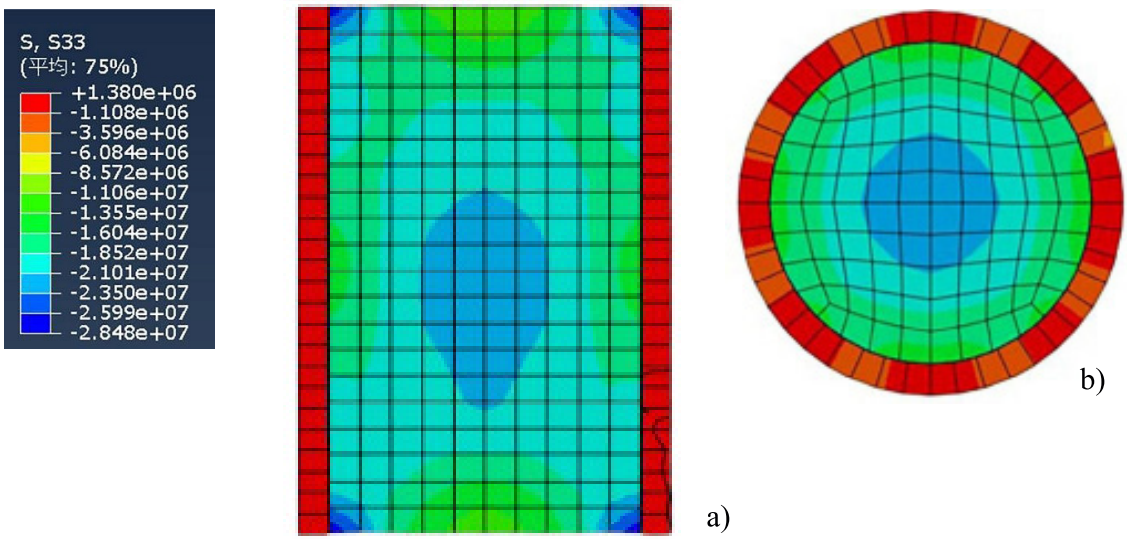


Fig. 13. Stress Distribution in Ultra-High Performance Concrete 3D Printed Short Columns: a) Vertical section stress contour; b) Horizontal section stress contour.

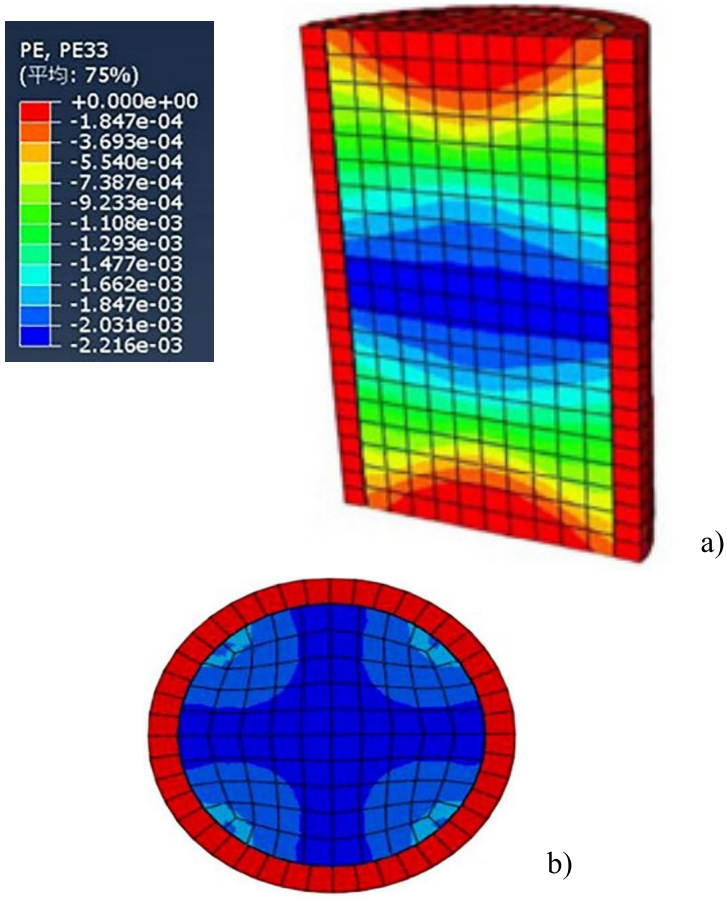


Fig. 14. Strain Cloud Image of a 3D-Printed Ultra-High Performance Concrete Short Column: a) Vertical section strain maps; b) Horizontal section strain contour.

As shown in *Fig. 13* and *Fig. 14* of the stress cloud of the composite short column, the stress strain of the external shell of the printed column is much larger than that of the internal core concrete after axial loading, which indicates that the printed shell has a better restraining force on the internal core concrete. The damage to the member will also start from the damage of the external shell until spalling failure.

4.2. Peak load and displacement

Finite element analysis is carried out for the above ultra-high performance concrete 3D printed short column and ordinary C30 cast reinforced concrete short column models; the load-displacement curves are shown in *Fig. 15*, and the calculated peak load-limit displacements are shown in *Table 3*. Combined with the graphs, the analysis concludes that the strength of all three types of ultra-high performance concrete 3D printed short columns is lower than that of cast-in-place concrete short columns. Among them, the peak load of 20 mm ultra-high performance concrete 3D printed short columns is the highest, the peak load of 40 mm ultra-high performance concrete 3D printed short columns is the second highest, and 50 mm ultra-high performance concrete 3D printed short columns is the lowest, and the peak loads of the three ultra-high performance concrete 3D printed short columns are decreased by 12.4 %, 23.4 %, and 28.6 % compared with that of cast-in-place concrete short columns, respectively. Overall, the peak load of the ultra-high performance concrete 3D printed short columns decreases gradually with the increase of the thickness of the printed layer.

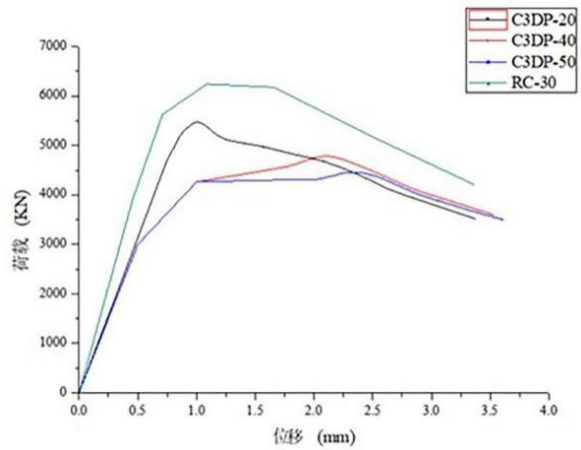


Fig. 15. Load-displacement curve of each short column.

Table 3

Component Peak Load-Displacement Table

member	*peak load (KN)*	*peak displacement (mm)*	*limit displacement (mm)*
C3PD-20	5468.76	1.01	1.329
C3PD-40	4781.67	2.12	2.916
C3PD-50	4459.18	2.27	3.188
RC-30	6244.56	1.09	2.268

4.3. Ductility effects

To evaluate the ductility of short columns 3D printed with ultra-high performance concrete, the ductility index (DI) method is adopted [14]. DI is equal to the displacement ratio corresponding to the peak load and declines to 85 % of the peak load [15; 16], which can describe the ductility of the structural section, as shown in *Formula 1*.

$$DI = \frac{\Delta_{85\%}}{\Delta_u} \quad 1)$$

From the above formula, the ductility indices of C3PD-20, C3PD-40, C3PD-50, and RC-30 are 1.32, 1.38, 1.40, and 2.08, respectively, which shows that the ductility indices (DI) of the three types of ultra-high-performance concrete 3D-printed short columns are lower than those of the poured ordinary concrete short columns. The thickness of the printing layer is 40 mm and 50 mm from the load-displacement curves. The ultra-high-performance 3D printed short columns have greater damage displacement and deformation than the poured ordinary concrete short columns. However, the ultra-high-performance concrete 3D-printed short columns will be destroyed quickly after the print shell is damaged and spalled. Meanwhile, the ductility of the UHP concrete 3D printed columns decreases with the thickness of the printed layer. The reason may be the damage to the printed shell at the weak point of the interlayer bond, which leads to the spalling of the printed shell.

According to the curve, the failure of the short column of ultra-high performance concrete 3D printing under load is inferred. The printing shell of the short column of ultra-high performance concrete 3D printing on the 20 mm printing layer and the reinforced concrete poured inside are under good joint stress. Moreover, due to the small thickness of the printing layer and the good orientation and distribution of steel fibers, the printing matrix has strong toughness. However, at the same time, the smaller thickness of the printing layer requires more layers when printing the shell, which will result in more interlayer bonding. Once a layer of the printing body is cracked and destroyed, the entire shell will be quickly damaged. For 40 mm and 50 mm thick ultra-high performance concrete 3D printed short columns, when cracks appear in the printed body, they can continue to work with cracks for some time. With the destruction and spalling of the printed shell, the final ultra-high performance concrete 3D printed short column is loaded with the poured reinforced concrete in the center, so in the final stage, RC-30 has the same curve downward trend.

5. Summary

1) The print shell has a good binding force on the internal core concrete.
2) The ductility of short 3D printed columns of ultra-high performance concrete in axial compression decreases with the reduced thickness of the printed layer. At the same time, the structure's compressive strength increases with the reduced thickness of the printed layer.
3) At present, the axial compressive strength of 3D-printed components is not as good as that of integrated casting components; this conclusion needs to be tested by experiment.

REFERENCES

1. *Chao*, *Z.*, *Zhicong*, *D.*, *Zeyu*, *H.*, *Chun*, *C.*, *Yamei*, *Z.*: Research progress of concrete 3d printing. Industrial Building 50(08), 16–21 (2020) https://doi.org/10.13204/j. gyjzG20052510.

2. *Baoshan*, *L.*, *Yiming, Y.*, *Cong*, *L.*: Research progress on mechanical properties of extruded 3d printed concrete. Concrete and Cement Products (03), 1–6 (2021) https://doi.org/10.19761/j.1000-4637.2021.03.001.06.

3. *Ma G W*, *J. Y. Wang L*: State-of-the-art of 3d printing technology of cementitious material—an emerging technique for construction. Science China Technological Sciences 61(04), 475–495 (2018) https://doi.org/10. 1007/s11431-016-9077-7.

4. *Xinlei*, *C.*, *Rui*, *M.*, *Xiaoying*, *L.*: Research progress on preparation and mechanical properties of ultra-high performance concrete. Silicate Bulletin 43(12), 4295–4312 (2024) https://doi.org/10.16552/j.cnki.issn1001-1625.20240816.001.

5. *Lianbo*, *T.*, *Jianguo*, *H.*: Research on reasonable value of plastic damage factor of concrete in abaqus. Journal of Hubei University (Natural Science Edition) 37(04), 340–345358 (2024).

6. Code for the design of concrete structures. Construction Industry Press (2010).

7. *Pinwu*, *G.*, *Yazheng*, *T.*, *Pu*, *Z.*, *Guobin*, *T.*: Research on uniaxial tension-compression principal relationship of ultra-high performance concrete. Journal of Composite Materials 36(05), 1295–1305 (2019) https://doi. org/10.13801/j.cnki.fhclxb.20180703.004.

8. *Bo*, *S.*: Test and research on the basic mechanical properties of activated powder concrete. Master's thesis, Hunan University (2002).

9. *Youming*, *W.*: Study on stress-strain full curve of reactive powder concrete (rpc) under compression. Master's thesis, Hunan University (2007).

10. *T*, *S.*: Research on uniaxial compression principal relationship and structural design parameters of activated powder concrete. Master's thesis, Harbin Institute of Technology (2014).

11. *Zhe*, *Z.*: Research on bending and tensile performance of steel-reinforced uhpc combined bridge deck structure. Master's thesis, Hunan University (2016).

12. *Hao-yu*, *L.*: Identification of parameters and finite element validation of plastic damage constitutive model for rpc materials. Master's thesis, Beijing Jiaotong University (2009).

13. *Zongcai*, *D.*, *Yichao*, *W.*, *Rui*, *X.*: Experimental study and theoretical analysis of flexural performance of uhpc beams with high strength steel reinforcement. Journal of Applied Basic and Engineering Sciences 23(01), 68–78 (2015) https://doi.org/10.16058/j.issn.1005-0930.2015.01.006.

14. *Yan*, *J.-B.*, *Wang*, *X.-T.*, *Wang*, *T.*: Compressive behaviour of normal weight concrete confined by the steel face plates in scs sandwich wall. Construction and Building Materials 171, 437–454 (2018) https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2018.03.143.

15. *Li*, *P.*, *Zhang*, *T.*, *Wang, C.*: Behavior of concrete-filled steel tube columns subjected to axial compression. Advances in Materials Science and Engineering 2018(1), 4059675 https://doi.org/10.1155/2018/4059675.

16. *Ge*, *H.*, *Usami*, *T.*: Cyclic tests of concretefilled steel box columns. Journal of Structural Engineering 122(10), 1169–1177 (1996) https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9445(1996)122:10(1169).

Wang Hui [1,2], Qin Xin Rui [2], Xu Siyan [1], Gu Minmin [2], Siyamak Shahab [2], Ye Meng [1]

УДК 577.1:54.057

[1] School of Health Science & Nursing of Shanghai Sipo Polytechnic, Shanghai, China

[2] International Sakharov Environmental Institute of Belarusian State University, Minsk, Republic of Belarus

STUDY ON THE SENSITIVITY OF MICROORGANISMS TO ANTIBIOTICS OF VARIOUS CLASSES

This study collected throat swab samples from patients with chronic tonsillitis and successfully isolated four strains of bacteria, including both Gram-positive and Gram-negative bacteria, using broth culture medium. Subsequently, the Kirby-Bauer disk diffusion method was employed to assess the sensitivity and resistance of these strains to four commonly used antibiotics. The findings not only clarified the antibiotic sensitivity profiles of the different strains but also provided scientific evidence and guidance for the selection of antibiotics in the clinical treatment of chronic tonsillitis. This research contributes to optimizing treatment strategies and reducing the misuse of antibiotics.

Keywords: Chronic tonsillitis; Antibiotic resistance; Sensitivity; Kirby-Bauer method; Throat swab.

For citation: Wang Hui & Qin Xin Rui & Xu Siyan & Gu Minmin & Siyamak Shahab & Ye Meng. Study on the Sensitivity of Microorganisms to Antibiotics of Various Classes. Sophia. 2025;1:54–65. English.

Ван Хуэй [1,2], Цинь Синьжуй [2], Сюй Сыянь [1], Гу Минминь, Сиямак Шахаб [2], Е Мэн [1]

[1] Факультет медицинских наук и сестринских дел Шанхайского Сипо профессионально-технического университета, Шанхай, Китай

[2] Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ИССЛЕДОВАНИЕ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МИКРООРГАНИЗМОВ К АНТИБИОТИКАМ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ

В данном исследовании были собраны образцы мазков из зева у пациентов с хроническим тонзиллитом и успешно выделены четыре штамма бактерий, включая как грамположительные, так и грамотрицательные бактерии, с использованием питательного бульона. Впоследствии метод диско-диффузии (метод Кирби-Бауэра) был применен для оценки чувствительности и устойчивости этих штаммов к четырем commonly используемым антибиотикам. Результаты не только прояснили профили чувствительности к антибиотикам различных штаммов, но и предоставили научные доказательства и рекомендации для выбора антибиотиков при клиническом лечении хронического тонзиллита. Данное исследование способствует оптимизации стратегий лечения и снижению неправильного использования антибиотиков.

Ключевые слова: хронический тонзиллит; устойчивость к антибиотикам; чувствительность; метод Кирби-Бауэра; мазок из зева.

Образец цитирования: Ван Хуэй. Исследование чувствительности микроорганизмов к антибиотикам различных классов / Ван Хуэй, Цинь Синьжуй, Сюй Сыянь, Гу Минминь, Сиямак Шахаб, Е Мэн // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 54–65.

Авторы:

Ван Хуэй – доцент факультета медицинских наук и сестринских дел Шанхайского Сипо профессионально-технического университета; аспирант кафедры экологической химии и биохимии МГЭИ им. А. Д. Сахарова, БГУ.

Wanghui2010@163.com

Authors:

Wang Hui – Associate professor at School of Health Science & Nursing of Shanghai Sipo Polytechnic; Doctoral student at department of Ecological Chemistry and Biochemistry of International Sakharov Environmental, BSU.

Е Мэн – доцент Школы медицинских наук и сестринского дела Шанхайского политехнического института Сипо.

181606457@qq.com

Ye Meng – Associate professor at School of Health Science & Nursing of Shanghai Sipo Polytechnic.

1. Introduction

In today's world of widespread antibiotic use, microbial resistance is very common. Therefore, for successful antibiotic therapy, antibiotic resistance of pathogenic microorganisms should be determined before prescribing and attempts should be made to overcome microbial resistance [1].

Various laboratory diagnostic methods can be used to identify microorganisms. The classic laboratory tests are culture and microscopic examination, both of which are constantly being improved.

Antibiotic resistance is a phenomenon in which strains of infectious agents become resistant to the action of one or more antimicrobial drugs [2], i.e., microbial cultures become less sensitive to the action of antimicrobial substances.

Microorganisms that develop resistance to one antibiotic also develop resistance to other antibiotics with a mechanism of action similar to that of the first antibiotic. This phenomenon is known as cross-resistance [3].

The aim of this laboratory study was to investigate the resistance and susceptibility to antimicrobial agents in swab isolate cultures from volunteers with chronic tonsillitis.

2. Materials and methods

2.1. Materials

Microorganisms extracted from the nasopharyngeal mucosa of 7 volunteers diagnosed with chronic tonsillitis with the aim of further studying their resistance to antibiotics - tobramycin, metronidazole, cefoperazone, ampicillin/sulbactam. show in *Figure 1*.

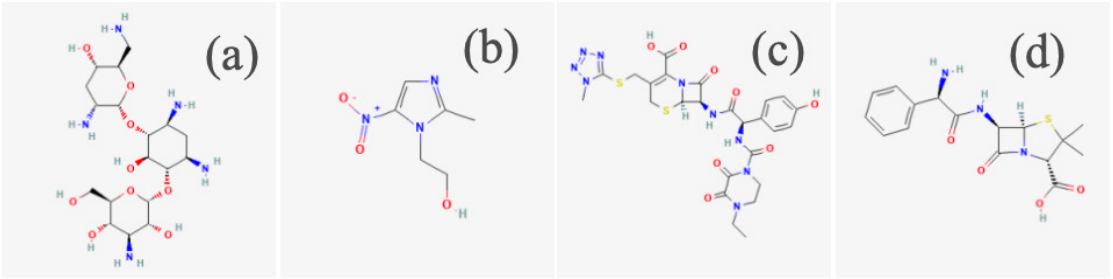


Fig. 1. The antibiotics used in the experiment:
a) Tobramycin; b) Metronidazole; c) Cefoperazone; d)Ampicilli.

2.2. Methods

Nasopharyngeal swabs were obtained from the nasopharynx of 7 volunteers diagnosed with chronic tonsillitis. The pharyngeal swabs were collected from the nasopharyngeal mucosal secretions. In preparation for the extraction of microflora from the pharyngeal swabs, it is important to

- Do not eat before analysis;
- Do not drink anything 2 hours before analysis;
- Do not brush your teeth or rinse your mouth before taking the material.

Subjects should not use mouthwashes or sprays containing antimicrobials or antibiotics before taking a throat swab. A wooden swab is used for collection, which is inserted into the mouth and gently pressed against the posterior pharyngeal wall and tonsillar surface .

It was then seeded on meantone saline agar. Meat peptone agar (MPA) is a nutrient rich medium. For preparation, we added 7.8 g of suspension to 200 ml of distilled water and boiled it for 2 minutes until the agar was completely melted, then filtered it through cotton filters and poured it into sterile bottles and autoclaved at 121 degrees for 15 minutes. The medium was then cooled to 45–50 degrees. The prepared agar is poured into cups [4], each layer being 5 mm thick. Leave the cups to solidify at room temperature. After the medium has solidified, dry it at 37 degrees for 40–60 minutes.

In disc diffusion method, we used Mueller-Hinton medium, which is specialized for antibiotic resistance and antibiotic susceptibility studies of microorganisms.

3. Results and discussion

3.1. Culture methods

We collected pharyngeal swabs [6] from the pharynx of patients with chronic tonsillitis and placed them on meat pine agar (MPA). We selected one (number 9) from all the pharyngeal swabs in *Figure 2*.

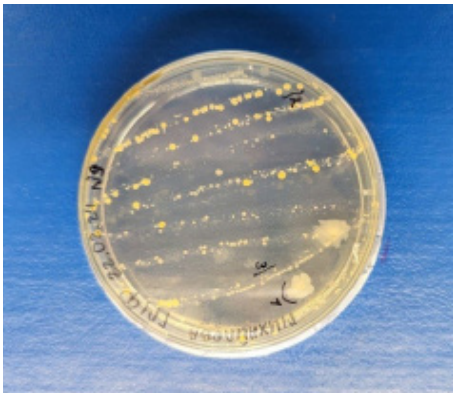


Fig. 2. Petri dish No. 9 with colonies a); b) and c) on MPA.

Petri dish No. 9 contained 3 different microorganisms, each of which was transplanted into a different petri dish in *Figure 3*.

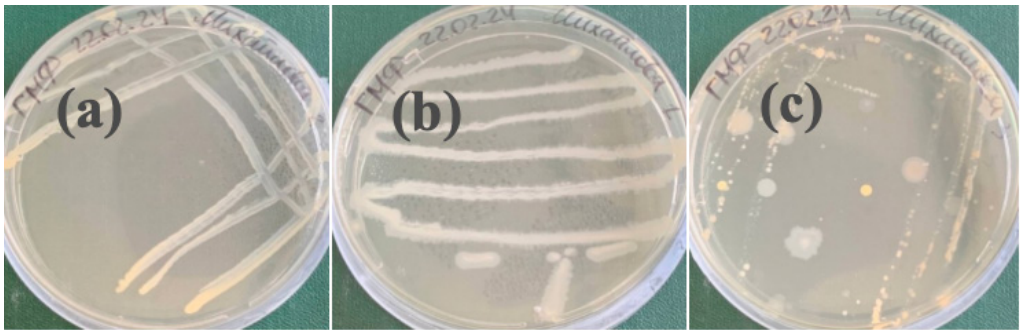


Fig. 3. Petri dish No. 9 with colonies a); b) and c) on MPA.

The microbial species obtained by culturing in Petri dishes were made into smears and subsequently examined under a microscope *Figure 4*.

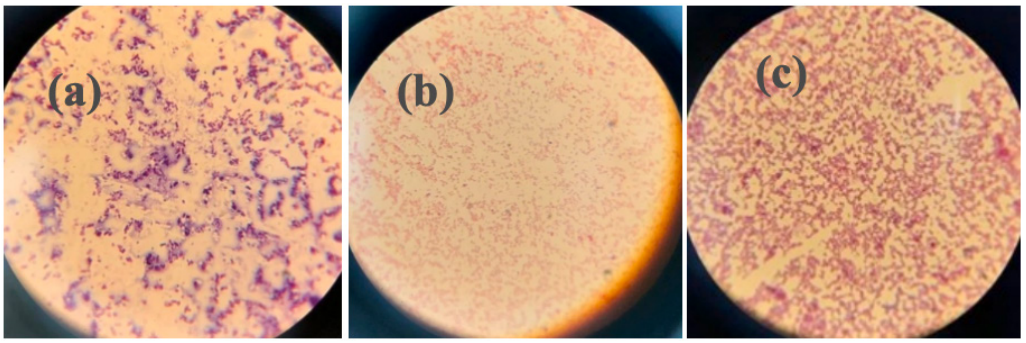


Fig. 4. Swab: a); b) and c) from Petri dish No. 9.

It was found that the following microorganisms were found in Petri dish No. 9:

1) *figure 4a* contained predominantly single gram-positive bacilli, presumed to be Corynebacterium rods;
2) *figure 4b* small gram negative bacilli, presumed to be Haemophilus influenzae;
3) *figure 4c* gram-positive cocci – Staphylococcus aureus and Staphylococcus aureus.

3.2. Morphological and vectorial characterization of microorganisms

The morphology and Gram properties of the microorganisms isolated from each colony were studied.

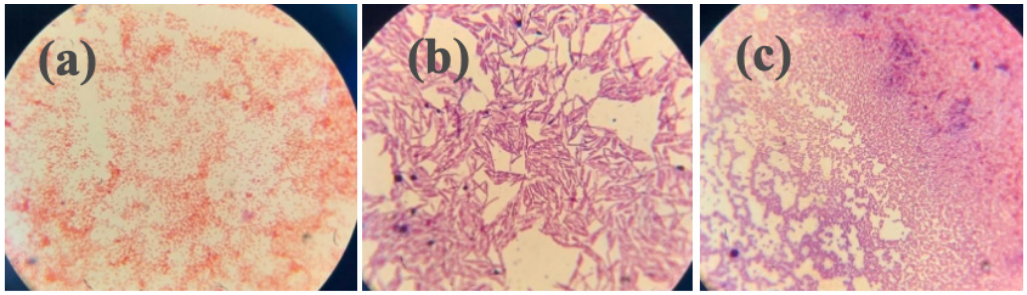


Fig 5. a) Gram-negative bacilli; b) Gram-positive bacilli; c) Gram-positive cocci.

As a result, the following microorganisms were detected in 7 patients with chronic tonsillitis (*Table 1*):

Table 1

Microorganisms Isolated

Microorganisms	***Number***
G+ Coccidioides	7
G+ Bacillus	5
G- Bacillus	4
G+ Spore Bacilli	3

Note: G+ Gram-positive microorganisms, G- Gram-negative microorganisms.

The results of the study are shown in *Figure 6*.

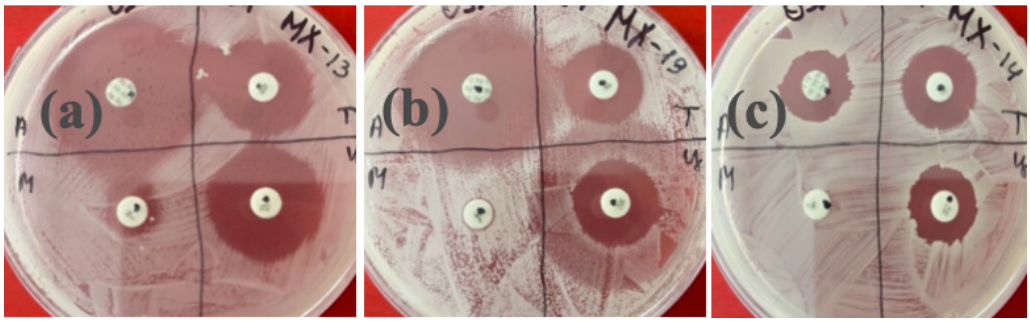


Fig. 6. Results of the paper diffusion method
for detecting changes in microbial growth inhibitory diameter
(A – ampicillin/sulbactam; T – tobramycin; M – metronidazole; C – cefoperazone)

3.3. Antibiotic susceptibility and resistance assessment of microorganisms

The results of the Antibacterial preparation (ABP) susceptibility assessment were interpreted by placing thetest cultures into one of three categories:

- Sensitive – strains are inhibited at the concentrations and recommended doses of ABP produced in human organs and tissues.

- Moderately susceptible – cultures are considered to be inhibited at concentrations at the maximum administered dose but within the recommended dose range.
- Resistant (drug-resistant) – microorganisms whose growth cannot be inhibited even with the maximum allowable dose of drug [5].

Sensitivity and resistance results were evaluated based on the data presented in *Table 2*.

Table 2

Criteria for interpretation of microbial susceptibility/resistance results for the following antibiotics

Designation	***Drug content in round tablets, μg***	***Diameter of growth inhibition, mm***		
		R	***R/S***	***S***
Ampicillin/ sulbactam (A)	10/10	<14	14 – 15	>16
Metronidazole(M)	5	0	0	>15
Tobramycin (T)	10	<16	16 – 18	>19
Cefoperazone (C)	75	<15	16 – 20	>21

Note: S – Sensitive; R – Resistant, including 0 – complete absence of microbial growth inhibition zones; R/S – moderately resistant

Table 3

Diameter of Microbial Growth Inhibition Zones

Samples	***Diameter of growth inhibition, mm***				***Type of microorganism***
	A	***T***	***M***	***Ц***	
1	12	27	0	14	Gram-negative small bacilli
2	37	19	0	22	Gram-positive cocci
3	45	28	10	27	Gram-positive bacilli with spores
12	36	22	0	20	Gram-positive cocci
4	23	21	8	21	Gram-positive bacilli
5	15	19	0	13	Gram-negative small bacilli
6	30	26	0	15	Gram-positive cocci
7	40	22	0	31	Gram-negative small bacilli
8	29	26	11	18	Gram-negative bacilli
9	21	24	17	12	Gram-negative bacilli
10	31	17	0	15	Gram-positive cocci
11	46	31	24	28	Gram-positive cocci
13	32	21	11	24	Gram-positive bacilli with spores
14	17	18	0	16	Gram-positive cocci
15	32	21	0	13	Gram-positive bacilli
16	28	17	0	13	Gram-positive bacilli
17	11	16	0	12	Gram-positive cocci

18	34	23	9	12	Gram-positive bacilli with spores
19	34	18	0	18	Gram-positive bacilli

Note: A – ampicillin; T – tobramycin; M – metronidazole; C – cefoperazone

Antibiotic resistance and antibiotic susceptibility results obtained from nasopharyngeal cultures of patients with chronic tonsillitis, depending on the type of infection, are presented in *Tables 4*, *5*, *6* and *7*.

Table 4

Antibiotic Resistance Data for Gram-Positive Coccidioides Infections to Selected ABP

Sample	***A***		***T***		***M***		***C***	
	Diameter, mm	***R, S***	***Diameter, mm***	***R, S***	***Diameter, mm***	***R, S***	***Diameter, mm***	***R, S***
2	37	S	19	S	0	R	22	S
12	36	S	22	S	0	R	20	R/S
6	30	S	26	S	0	R	15	R
10	31	S	17	R/S	0	R	15	R
11	46	S	31	S	10	R	28	S
14	17	R/S	18	R/S	0	R	16	R/S
17	11	R	16	R/S	0	R	12	R

Note: R – resistant, S – sensitive, R/S – moderately sensitive;

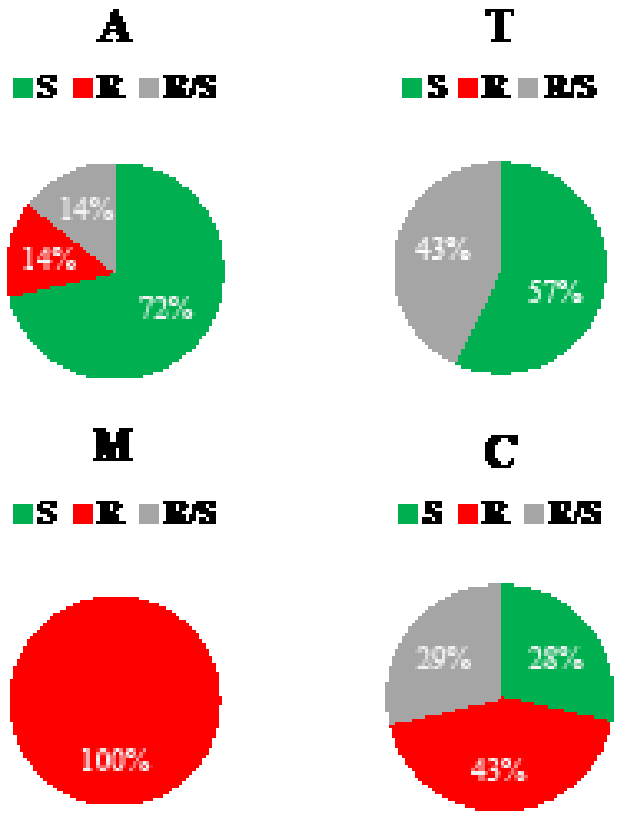


Fig. 7. Susceptibility of Coccidioides immitis to selected ABPs (in %).

- Thus, for ampicillin/sulbactam, Coccidioides microorganisms showed high susceptibility (mean diameter – 35) in 5 samples and resistance in 2 samples. The diameters of the no-growth zones were 11 mm and 17 mm, respectively. This may be due to individual characteristics of microorganisms belonging to different individuals.
- Seven samples were resistant to metronidazole. The diameter of the no-growth zone ranged from 0 to 10 mm (mean diameter 1.5 mm).
- Four microorganisms were susceptible to tobramycin and three samples were moderately susceptible to tobramycin. The zone of no growth ranged from 17 to 31 mm in diameter (mean diameter 24 mm).
- Two samples were susceptible to cefoperazone, two were susceptible to cefoperazone, and three were resistant to cefoperazone. The diameter of the no-growth zone ranged from 12 to 28 millimeters (mean diameter 20 millimeters).

Table 5

Antibiotic Resistance Data for Gram-Positive Bacteria to Selected ABP

Sample	*A*		*T*		*M*		*C*	
	Diameter, mm	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*
4	45	S	28	S	10	R	27	S
7	40	S	22	S	0	R	31	S
15	32	S	21	S	0	R	13	R
16	28	S	17	R/S	0	R	13	R
19	38	S	18	R/S	0	R	18	R/S

Note: R – resistant, S – sensitive, R/S – moderately sensitive;

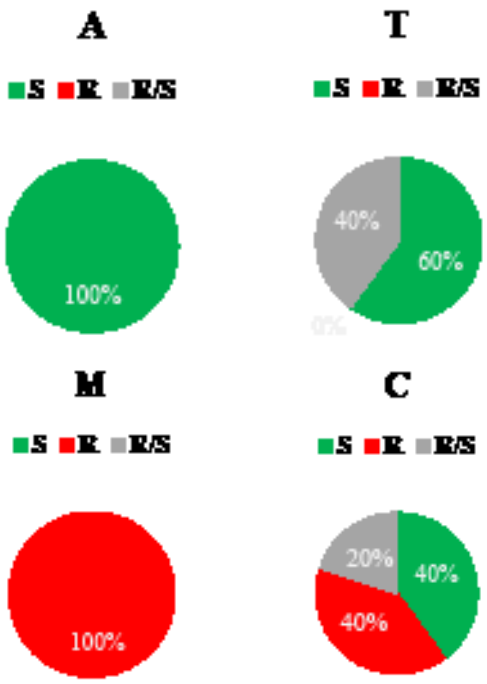


Fig. 8. Susceptibility of Gram-positive bacilli to selected ABPs (in %).

- In all samples, Gram-positive bacilli were highly susceptible to ampicillin/sulbactam. The diameter of the no-growth zone ranged from 28 mm to 45 mm (mean diameter 37 mm).
- The bacilli in all samples were resistant to metronidazole. The diameter of the no-growth zone ranged from 0 to 10 mm, with a mean diameter of 2 mm. The mean diameter was 2 mm.
- Gram-positive bacilli in three samples were susceptible to tobramycin. Two samples were moderately susceptible to the antibiotic. The diameter of the no-growth zone ranged from 17 mm to 28 mm. The mean diameter was 21 mm.
- Two microorganisms were susceptible to cefoperazone, bacilli showed resistance in two samples, and one sample showed intermediate susceptibility because there was no zone of inhibited bacterial growth. The diameter of the no-growth zone ranged from 13 mm to 31 mm (mean diameter 20 mm). This may be due to individual characteristics of microorganisms belonging to certain individuals.

Table 6

Antibiotic Resistance Data Gram-negative bacilli resistance data for selected ABP

Sample	*A*		*T*		*M*		*C*	
	Diameter, mm	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*
1	12	R	27	S	0	R	14	R
5	15	R/S	19	S	0	R	13	R
8	29	S	26	S	11	R	18	R/S
9	21	S	24	S	17	S	12	R

Note: R – resistant, S – sensitive, R/S – moderately sensitive;

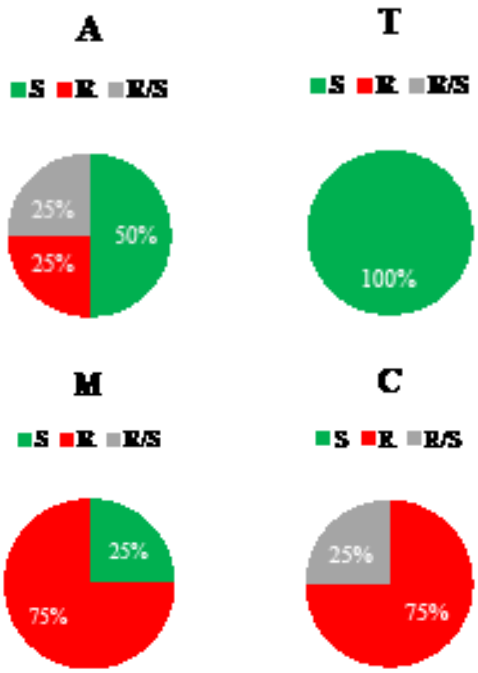


Fig 9. Susceptibility of Gram-negative bacilli to selected ABP (in %).

- Gram-negative bacilli showed high susceptibility to ampicillin/sulbactam in two samples, resistance in one sample, and moderate susceptibility in one sample. The diameter of the no-growth zone ranged from 12 mm to 29 mm (mean diameter 19 mm).
- Metronidazole showed susceptibility in 1 sample of gram-negative bacilli and resistance in 3 samples because of the absence of a zone of inhibited bacterial growth. The diameter of the no-growth zone ranged from 0 mm to 17 mm. The mean diameter was 7 mm.
- Gram-negative bacilli were susceptible to tobramycin in all samples. The diameter of the no-growth zone ranged from 19 mm to 27 mm. The mean diameter was 24 mm.
- Three microorganisms were resistant to cefoperazone, and bacilli in one sample showed intermediate susceptibility. The diameter of the no-growth zone ranged from 12 mm to 18 mm (mean diameter 14 mm).

Table 7

Antibiotic Resistance Data for Gram-Positive Bacillus to Selected ABP

Sample	*A*		*T*		*M*		*C*	
	Diameter, mm	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*	*Diameter, mm*	*R, S*
3	27	S	30	S	25	S	39	S
13	32	S	21	S	11	R	24	S
18	34	S	23	S	9	R	12	R

Note: R – resistant, S – sensitive, R/S – moderately sensitive;

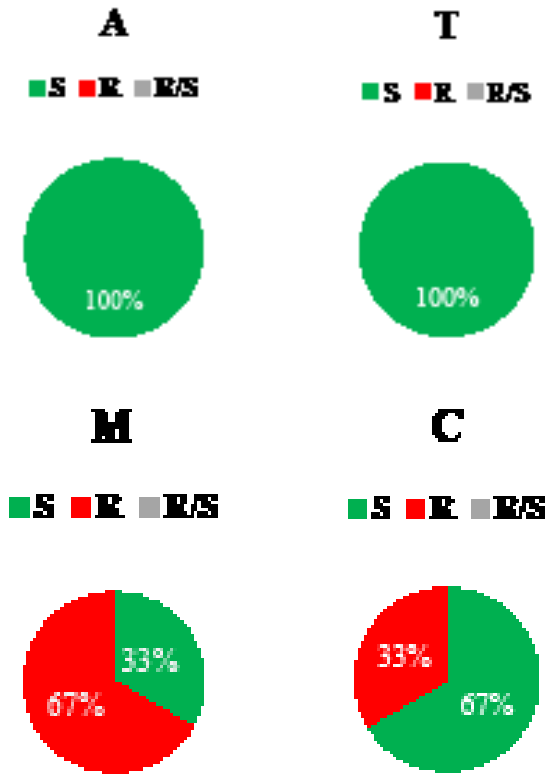


Fig. 10. Usceptibility of Gram-positive bacilli to selected ABPs (in %).

Spores are sensitive to three ABPs and resistant to one.

- Ampicillin/sulbactam: The diameter of the no-growth zone ranged from 27 to 34 mm. The mean diameter was 31 mm.
- Metronidazole is sensitive to one sample and resistant to two, with a no-growth zone ranging from 9 to 25 mm in diameter. The average diameter is 15 mm.
- Tobramycin: The diameter of the no-growth zone varies from 21 to 30 mm. The mean diameter was 25 mm.
- Cefoperazone: two samples were sensitive and one was resistant. The diameter of the no-growth zone ranged from 12 to 39 mm. The average diameter was 25 mm.

Antibiotic resistance is a phenomenon in which strains of infectious agents become resistant to the action of one or more antimicrobial drugs, and is defined as a decrease in the susceptibility of microbial cultures to the action of antimicrobial drugs.

4. Conclusion

Cultures isolated from the nasopharyngeal portion of volunteers suffering from chronic tonsillitis were characterized by high resistance and high susceptibility to various antimicrobial drugs (ampicillin/sulbactam, metronidazole, tobramycin, cefoperazone), which acted on different targets of the bacterial cell.

The following conclusions were drawn from the study:

1. The following microorganisms were detected in 7 patients with chronic tonsillitis:

- Gram-positive cocci infection in 7 samples;
- Gram-negative bacilli infection in 4 samples;
- Gram-positive bacilli infection in 5 samples;
- Gram-positive bacilli with spores in 3 samples.

2. By the paper diffusion method, we found that the same microorganisms belonging to different individuals had different diameters of growth retardation zones, which were related to the individual characteristics of different individuals.

3. Research findings:

- Among the antibiotics studied, ampicillin/sulbactam had the highest bacterial activity against gram positive cocci infections and gram positive and sporulating microorganisms but resistant strains were found in gram negative bacilli infections and the mean diameter of the no growth zone was the largest of all the microorganisms which was 32 mm.
- Metronidazole showed high resistance to sporulating microorganisms, Gram-positive bacteria, Gram-negative bacilli and Gram-positive cocci infections. The mean diameter of the no-growth zone was 10 mm.
- In most cases, the susceptibility of Gram-positive cocci, Gram-positive and Gram-negative bacilli to tobramycin was 57%, 85% and 80%, respectively. Sporulating microorganisms were sensitive to all samples. The mean diameter of the no-growth zone was 24 mm.
- Microorganisms were both sensitive and resistant to cefoperazone. For the most part, Gram-positive cocci were resistant and Gram-positive and Gram-negative bacilli showed sensitivity, resistance and intermediate sensitivity. The sporulating microorganisms were sensitive in all samples. The mean diameter of the no-growth zone was 20 mm.

REFERENCES

1. *Wang Kasa*, *Shen JH.* Identification of bacteria by Gram staining of mixed smears [J]. Science and Technology Innovation Herald, 2018, 15 (24) : 79+81.DOI:10.16660/j.cnki.1674-098X.2018.24.079. = 王笠,沈建华.混合涂片革兰氏染色法鉴别细菌[J].科技创新导报, 2018, 15 (24) : 79+81.DOI:10.16660/j.cnki.1674-098X.2018.24.079.

2. *Chun Liu*, *Haibo Sun*. A study of chronic tonsillitis [J]. Journal of Jiangxi College of Traditional Chinese Medicine, 2004 (03) : 77–80. = 刘春,孙海波.慢性扁桃体炎研究述略[J].江西中医学院学报, 2004 (03) : 77–80.

3. *Gao Wei*, *Liu Ming*. Progress of research on the etiology and treatment of chronic tonsillitis [J]. Medical Review, 2017, 23 (22) : 4518-4521+4526. = 高玮,刘鸣.慢性扁桃体炎的病因及治疗研究进展 [J]. 医学综述, 2017, 23 (22) : 4518-4521+4526.

4. *Kania, R. E. [et al.]* Demonstration of bacterial cells and glycocalyx in biofilms on human tonsils [J]. Arch Otolaryngol Head Neck Surg, 2007, 133 (2) : 115–121.

5. *Assadian, F. [et al.]* Expression profile of Epstein-Barr virus and human adenovirus small RNAs in tonsillar B and T lymphocytes [J]. PLoS one, 2023, 12 (5) : e0177275.

6. *Cinamon, U.*, *Goldfarb, A.*, *Marom, T.* The impact of tobacco smoking upon chronic / recurrent tonsillitis and post tonsillectomy bleeding [J]. Int Arch Otorhinolaryngol, 2025, 21 (2) : 165–170.

Xiangpu Li [1], Alexandra Bulygo [2], Dziyana Charkas [3], Katsiaryna Verameyenka [4]

УДК 57.575:576.5

[1–4] Department of Genetics, Faculty of Biology, Belarussian State University, Minsk, Republic of Belarus

OBTAINING PRIMARY CELL CULTURES AND DEVELOPING PRIMERS FOR ANALYSING THE BIOLOGICAL EFFECTS OF PHENAZINES

The article presents the results of experimental work on obtaining primary cultures of eukaryotic cells of the Rattus norvegicus Wistar line from various tissues. The results of studies on the selection of marker genes for analysing the biological effect of phenazines on eukaryotic cells are presented, as well as bioinformatic studies on the development of primers for real-time PCR in cells before and after treatment with phenazines. It was possible to generate lines of primary cultures of liver, skin, bone marrow and spinal cord cells of the R. norvegicus Wistar line. In addition, primers for the most important selected marker genes of rat and human were developed for the subsequent analysis of the biological effects of phenazines.

Keywords: phenazines; marker genes; cell culture; primers.

For citation: Xiangpu Li & Bulygo A. & Charkas D. & Verameyenka K. Obtaining Primary Cell Cultures and Developing Primers for Analysing the Biological Effects of Phenazines. Sophia. 2025;1:66–72. English.

Сянпу Ли [1], А. В. Булыго [2], Д. Д. Черкас [3], Е. Г. Веремеенко [4]

[1–4] Кафедра генетики биологического факультета, Белорусский государственный университет, Минск, Республика Беларусь

ПОЛУЧЕНИЕ ПЕРВИЧНЫХ КУЛЬТУР КЛЕТОК И РАЗРАБОТКА ПРАЙМЕРОВ ДЛЯ АНАЛИЗА БИОЛОГИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ ФЕНАЗИНОВ

В статье представлены результаты экспериментальной работы по получению первичных культур эукариотических клеток Rattus norvegicus линии Wistar разных тканей. Приведены результаты исследований по выбору маркерных генов для анализа биологического действия феназинов на эукариотические клетки, а также биоинформатических исследований по разработке праймеров для проведения ПЦР в реальном времени в клетках до и после обработки феназинами. Удалось создать линии первичных культур клеток печени, кожи, костного мозга и спинного мозга R. norvegicus линии Wistar. Также были разработаны праймеры для ключевых выбранных маркерных генов крысы и человека в целях последующего анализа биологических эффектов феназинов.

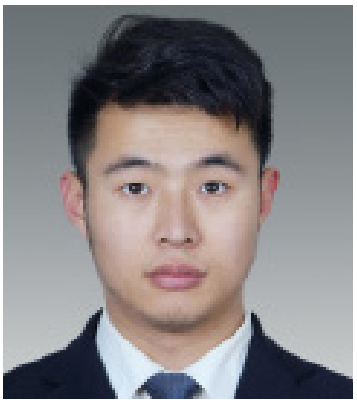
Ключевые слова: феназины; маркерные гены; культура клеток; праймеры.

Образец цитирования: Сянпу Ли. Получение первичных культур клеток и разработка праймеров для анализа биологических эффектов феназинов / Сянпу Ли, А. В. Булыго, Д. Д. Черкас, Е. Г. Веремеенко // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 66–72.

Авторы:
[1] **Сянпу Ли** – аспирант кафедры генетики биологического факультета, БГУ.

lixiangpu3@gmail.com

Authors:
Xiangpu Li – Postgraduate Student of Depart-ment of Genetics of Faculty of Biology, BSU.



[2] **Александра Валерьевна Булыго** – студентка кафедры генетики биологического факультета, БГУ.

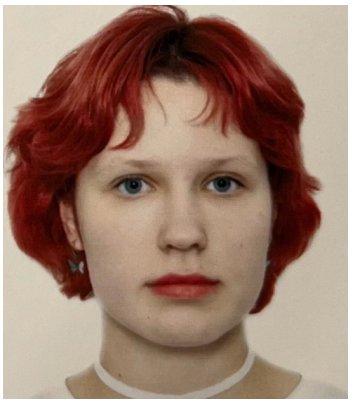
abulygo33@gmail.com

Alexandra Bulygo – student of Depart-ment of Genetics of Faculty of Biology, BSU.

[3] **Диана Дмитриевна Черкас** – студентка кафедры генетики биологического факультета, БГУ.

dziyanacharkas@gmail.com

Dziyana Charkas – student of Depart-ment of Genetics of Faculty of Biology, BSU.



[4] **Екатерина Геннадьевна Веремеенко** – кандидат биологических наук, доцент кафедры генетики биологического факультета, БГУ.

https: //orcid.org/0000-0002-7530-8427

veremeenkokatya@yandex.ru

Katsiaryna Verameyenka – PhD in Biology, Associate Professor of the Department of Genetic, Faculty of Biology, BSU.

Oncological diseases are currently one of the most pressing medical and social problems. Despite the intensive development of drugs to treat oncology, this group of diseases is still one of the most common causes of death in the world. The main problem in the development of effective anti-tumour drugs is still our superficial knowledge of the molecular genetic and epigenetic mechanisms of the occurrence of this group of diseases and of the formation of drug resistance during chemotherapy. Furthermore, it cannot be denied that many modern antitumour drugs are quite toxic to normal body cells and are therefore often poorly tolerated by patients. Therefore, it is important to develop new, more specific antitumour drugs and to deepen the understanding of the mechanisms of carcinogenesis. Phenazine antibiotics have already proved quite effective as antimicrobial agents against phytopathogens and some human and animal pathogens [5; 7]. In recent years, active research has been carried out to identify the antitumour activity of phenazines [1; 6]. It is known that some types of phenazine compounds can cause the development of oxidative stress in forms that are sensitive to them. Presumably, this is the basis for the antimicrobial effect of phenazines [2; 8]. However, the spectrum of biological effects of phenazines on the lineage of malignant cell cultures can only partly be explained by the oxidative effect. At the same time, most modern studies focus on the demonstration of antitumour activity against different types of tumour cells and neglect the clarification of the molecular basis of the cytotoxic effects and the effect of phenazines on normal cells.

The aim of this study is to obtain primary cultures of normal *R.norvegicus* Wistar cells in order to use them as controls for experiments to investigate changes in the expression profile of marker genes under the influence of phenazines and without them, and to select marker genes whose expression could serve as an indicator of the state of the cell.

In the first phase of the work, primary cultures of epithelial cells, bone marrow cells and neural tissue cells were obtained.

To obtain a primary liver cell culture, the liver extracted from *R.norvegicus* was washed in 70 % alcohol solution, cut into 5 cm pieces and kept in an antibiotic solution in a CO_2 incubator for 40 minutes.

The connective tissue capsule of the organ was then removed and the parenchyma fragmented into 0.5–1 cm pieces. The extracted explants were placed in a culture flask pre-incubated with calf embryo serum and mixed with DMEM culture medium. Cultivation was carried out for 3 days under constant cytological control. After cell migration from the explants and their fixation on the surface of the flask, the explants were removed and the cells were left to obtain a sufficient amount of biomass. The results are shown in *Figure 1*.

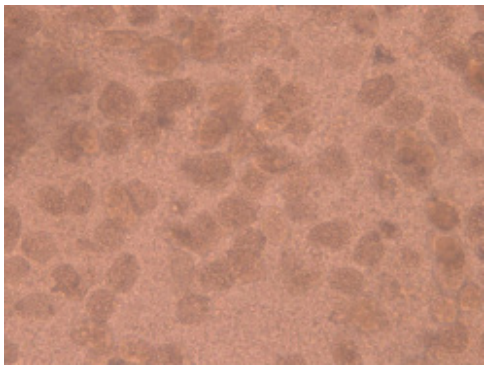


Fig. 1. R.norvegicus liver cell culture.
Inverted microscope Mshot MSX2-G (Mshot, China). Objective L Plan FI 40x/0.65 (Mshot, China).

The femurs and tibias of *R.norvegicus* were used to obtain a primary bone marrow cell culture. After collection, the bones were washed with 70 % ethyl alcohol, placed in a laminar flow bonnet, and the bone epiphyses were removed. The cavity of each bone was washed with 1 ml RPMI 1640 medium using a sterile syringe to remove blood cells. Subsequently, 2 ml of DMEM medium was used to extract bone marrow cells (*Figure 2*).

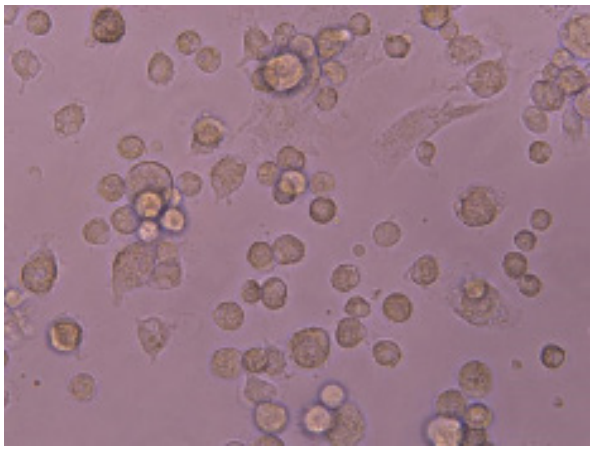


Fig. 2. Culture of marrow cells of *R.norvegicus*.
Inverted microscope Mshot MSX2-G (Mshot, China). Objective L Plan FI 40x/0.65 (Mshot, China).

To obtain a primary skin cell culture, skin from the ear of R. norvegicus, pre-treated with 70 % ethanol, was fragmented, washed in PBS buffer and incubated in a solution with DMEM nutrient medium and a mixture of collagenase and elastase at a concentration of 30 mg/ml for 2 days. After the time had elapsed, the liquid and several fragments were transferred to a culture flask. As a result, a primary rat skin culture was obtained, represented by various cell types (*Figure 3*).

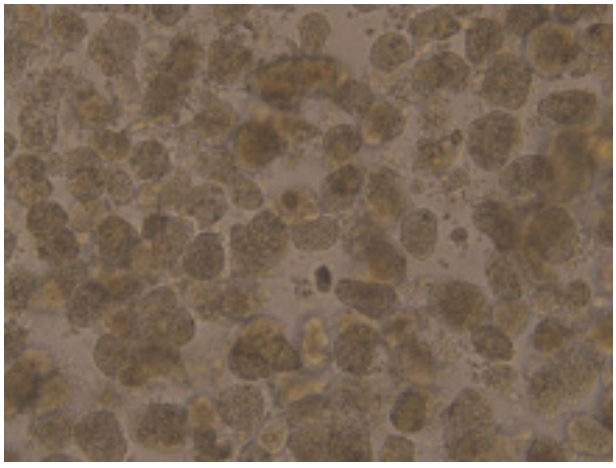


Fig. 3. R.norvegicus skin cell culture.
Inverted microscope Mshot MSX2-G (Mshot, China). Objective L Plan FI 40x/0.65 (Mshot, China).

To obtain a spinal cord cell culture, the spinal cord was extracted and fragmented from the spine of *R.norvegicus*. The resulting explants were cleared of connective tissue membranes, and the nervous tissue was transferred to a culture flask with DMEM nutrient medium.

At the next stage of the work, based on literature data and the results of proteomic analysis performed in our laboratory (data not shown), genes of the cytoskeleton, cell adhesion and associated vesicular transport were selected as molecular markers for monitoring changes in cells after treatment with phenazines. Such changes often cause the initiation of malignancy or its progression. Genes encoding proteins that are part of ribosomes were also selected for analysis. Ribosomal proteins were given priority due to their involvement in protein synthesis and stress signaling, and literature data link their dysregulation with chemotherapy resistance and cancer progression [3; 4].

To analyze the expression level of the described genes, primers were created for subsequent amplification. Primers were designed using the Primer-BLAST and UNAFold electronic resources.

The criteria for creating primers were:

- Location: the primers were selected in such a way that the sequence of the forward and reverse primers were located at the boundaries of 2 adjacent exons separated by an intron of 500–1000 bp, the exons had to be present in most of the presented gene transcripts;
- Size of the amplified product: the expected size of the PCR product was in the range from 150 to 300 bp;
- Melting temperature of primers: the minimum temperature was 52□, the maximum was 55□, and the optimal temperature was 53.5□;
- The length of primers was selected in the range of 15–20 bp.

All primers were checked for the formation of secondary structures, homo- and heterodimers, for which the UNAFold web service (DINAMelt service) was used. A check was also performed via BLAST (blastn, RefSeq RNA database) to assess potential non-specific annealing sites, which can lead to depletion of primers when they bind at unintended sites.

The obtained primer sequences and their melting temperatures for such organisms as *Homo sapiens* and *R.norvegicus* are presented in *Table 1*.

Table 1

Primers for analysis of gene expression levels under the influence of phenazines

Gen	*Species*	*Forward primer sequence*	*Reverse primer sequence*
CDH1	human	CGAACTATATTCTTCTGTGA	AGATTGATTTTGTAGTCACC
CDH1	rat	CAAGAACTTCTGCTAGACTT	CATCCTTCAAATTTCACTCT
CDH2	human/rat	TCAGGTCTGATAGAGATAA	ATGTCAATGGGGTTCTC
CDH3	human	GCTAACACTGATTGATGTC	GTCATATGTATCCTGCTTCA
CDH3	rat	AACATATCCATCATTGTGAC	AACATATCCATCATTGTGAC
PCDH1	human	GCAGAAATCGAATACACATT	ATCTTGATGAGTCACTAGC
PCDH1	rat	TACTCCGACTACAGCTATC	ATAATAACTGTGCTGTGATG
PTK2	human/rat	CTCCAGAGTCAATCAATTTT	AATCTTTCCCCATTTTCAAT
ITGAV	human/rat	AGTGTACCCTAGCATTTTA	CTTGAGTTTATCCAAAAGAAG
ITGB3	human/rat	GTGTGGAGTGTAAGAAGTT	TCATAGTACTGGAATCTGAC
MCAM	human/rat	ATCTGGTACAAGAATGGC	AGTAAAACTGGGCATCT
KRT18	human	CATGCAAAGCCTGAAC	TAAAGTCATCAGCAGCAA

KRT18	rat	AGACTAGAGAGCAAAATCC	GTCTCATACTTGACTCTAAA
KRT19	human	CAACGAGAAGCTAACCAT	CAATCCTGGAGTTCTCAAT
KRT19	rat	AATGAGAAGATCACCATGC	ACTATCTTGGAGTTCTCAAT
DES	human	AACATTTCTGAAGCTGAG	CTCATCAGGGAATCGTT
DES	rat	ACACCTAAAGGATGAGATG	GTCTTGATCATCACTGTC
VCL	human	CAACTCCGACTAACAGA	CAACACCTATACCCACC
VCL	rat	CAGACCTTGAACAGCTA	ATTGCCCTTGCTAGAC
FLNC	human	GGAGCCCTCTGAAGT	TTGTCGGTGATGTTGG
FLNC	rat	AAATATGTCATCACCATCC	GGATGACCAAGTTGAAAG
MYH11	human	AAGAAAGACACAAGTATCAC	CATGTAGTAAAAGATGTGGA
MYH11	rat	AAGAAAGACAGCAGCAT	AGACTTTTCCAGAAGATATG
LMNA	human	GCATCACCGAGTCTG	ACCCTCCTTCTTGGTA
LMNA	rat	CCGAAGTTCACCCTAAA	TCATTGTCCTCAACCAT
LMNB1	human	CCTGGAGACGGAGAA	ATCAGATTCCTTCTTAGCAT
LMNB1	rat	GACAAAAAGAGTTTAGAGGG	CATTGATCTCCTCTTCATAC
AP1B1	human	GAAGGATATTCCCAATGAG	TTCAGGGACAGCTCTA
AP1B1	rat	AAATGACTGACTCAAAATACT	CATAGTTCATCAAGTACAGG
VAPB	human	AAACACAAGTTTATGGTTCA	AAGAACTCAGAGACTTAGAC
VAPB	rat	GTTACAGCCTTTCGATTAT	TATTTCTACATCATGTGGTTT
RPSA	human/rat	TACCTACCATTGCGCTGTGT	CCATGGGTGTTCACGGGAAAT
RPL10A	human/rat	AGCACTGTGACGAGGCTAAG	GACTCTGAGGCCAAAAACGC
RPL4	human/rat	AGCCGCTTCCCTCAAGAGTA	TCGAAGGGCTCTTTGGATCTC
RPL6	human/rat	GGTGACAAGAACGGCGGTA	CACGTGCTGACTGAAGGGTT
RPL7	human/rat	AAATTCGAATGGCGAGGATGG	TTCGAACCTTTGGGCTCACTC
RPL7A	human/rat	AGAAAGTGGTGAATCCCCTGT	TATAGCGGGGCCATTTCACAA
RPL8	human/rat	GGCCAGTTTGTGTATTGCGG	CAGCTTCACACGGGTCTTCT
RPL9	human/rat	GTGTATGCTCACTTCCCCATCA	TCTGGGCTTGAGATACTGAAC
RPL10	human/rat	TGATCCCCAGAAGGACAAGCG	GGCCTTAGCCTCGTCACAGT
RPL12	human/rat	CTGGCCCCCAAGATCGG	GCCTGTCTGTTCTGAATGGT
RPL13	human/rat	GGCATTCACAAGAAGGTGGC	GGGTGGCCAGTTTCAGTTCT
RPL15	human/rat	GCCAAGATGGGTGCATACAAG	GCACCCTTAGGAACTGGGC
RPL17	human/rat	AACTGCTCAGGCCATCAAGG	CACTCTTTTTGGGCCACCGA
RPL18	human/rat	AACTGATGATGTGCGGGTTC	ACAGTGCCACAGCCCTTAG
RPL18A	human/rat	ATCTGGCTGCGCTATGACTC	ATCTGAATGGAGTGGGCTCG
RPL19	human/rat	CCGAATGCCAGAGAAGGTCA	TCCATGAGAATCCGCTTGTT
RPL21	human/rat	GAGTTGTTCCTTTGGCCACATA	ACACTTGTGGGGCATTCCTT
RPL22	human/rat	AAAGCTTGTGGTGAAGGGGG	AAAGGCACCTCGGATGTCAC
RPL27	human/rat	CTACCCCCGCAAAGTGACAG	CGGGCCTTGCGTTTAAGAG

RPL30	human/rat	AGTGGGAAGTACGTCCTGGG	GCCACTGTAGTGATGGACACC
RPL27A	human/rat	TGCATCACCACCGGATCAA	TTCACCCGTGTCTGTTCACT
RPL29	human/rat	ACATGGCCAAGTCCAAGAAC	TCGTATCTTTGTGATCGGGG
RPL34	human/rat	AAATCTGCATGTGGTGTGTGC	AGGCCCTGCTGACATGTTTC
RPLP0	human/rat	GGTCATCCAGCAGGTGTTCG	TCAGCAAGTGGGAAGGTGTA
RPLP1	human/rat	CCCTCATTAAAGCAGCCGGT	ACATTGCAGATGAGGCTCCC
RPS4X	human/rat	CTATGACACCAAGGGTCGCT	ACCTTGATGAGGGGATCGGG
RPS5	human/rat	GAGACCCCAGACATCAAGCTC	TGAGCTTCTTGCCGTTGTTG
RPS6	human/rat	GATACTACAGTGCCTCGCCG	GCAGGACACGTGGAGTAACA

The developed primers and the obtained primary cultures of normal eukaryotic cells will be further used to analyze the effect of phenazines on non-malignant cells, which is critical for assessing their toxicity and potential for further use as a substance for antitumor drugs.

REFERENCES

1. *Dasgupta, D.* Isolation of phenazine 1,6-di-carboxylic acid from Pseudomonas aeruginosa strain HRW.1-S3 and its role in biofilm-mediated crude oil degradation and cytotoxicity against bacterial and cancer cells / D. Dasgupta [et al.] // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2015. – Vol. 99, № 20. – P. 8653– 8665.

2. *Guttenberger, N.* Recent developments in the isolation, biological function, biosynthesis, and synthesis of phenazine natural products / N. Guttenberger, W. Blankenfeldt, R. Breinbauer // Bioorg. Med. Chem. – 2017. – Vol. 25, № 22. – P. 6149–6166.

3. *Hu, Y.* MRPL12 Acts as A Novel Prognostic Biomarker Involved in Immune Cell Infiltration and Tumor Progression of Lung Adenocarcinoma / Y. Hu [et al.] // Int J Mol Sci. –2023. – Vol. 24, № 3. – P. 27–62. Published 2023 Feb 1. doi:10.3390/ijms24032762.

4. *Ji, X.* Mitochondrial ribosomal protein L12 potentiates hepatocellular carcinoma by regulating mitochondrial biogenesis and metabolic reprogramming / X. Ji [et al.] // Metabolism. – 2024. – Vol. 152. – P. 155–161. doi:10.1016/j.metabol.2023.155761.

5. *Laursen, J. B.* Phenazine natural products: biosynthesis, synthetic analogues, and biological activity / J. B. Laursen, J. Nielsen // Chem. Rev. – 2004. –Vol. 104. – P. 1663–1685.

6. *Lavaggi, M. L.* Novel Phenazine 5,10-Dioxides Release OH in Simulated Hypoxia and Induce Reduction of Tumour Volume In Vivo / M. L. Lavaggi [et al.] // Pharmacol. – 2011. – P. 11.

7. *Mavrodi, D. V.* Diversity and evolution of the phenazine biosynthesis pathway / D. V. Mavrodi [et al.] // Appl. Envir. Microbiology. – 2010. – Vol. 76, № 3. – P. 866–879.

8. *Pierson, L. S.* Metabolism and function of phenazines in bacteria: impacts on the behavior of bacteria in the environment and biotechnological processes / L. S. Pierson, E. A. Pierson // Appl. Microbiol. Biotechnol. – 2010. – Vol. 86, № 6. – P. 1659–1670.

Li Shitong[1], Zou Xinlu [2]

УДК 338.2

[1–2]School of Business Administration, Liaoning University of Science and Technology, Anshan, Liaoning, China

INNOVATIVE RESEARCH ON THE HEALTH MONITORING SYSTEM BASED ON CHINA'S AGING POPULATION

An aging population is an inevitable consequence of improved living standards and longer life expectancy. According to the seventh national census of China, in 2020, the total number of elderly people aged 60 and above in mainland China was 264 million, accounting for 18.7 % of the total population. The deepening of the aging society has also led to the coexistence of the demand for elderly care at home and financial pressure in many families. Therefore, the smart health industry needs to combine innovation in many ways. This article will verify the "government-enterprise-family" tripartite sharing mechanism through the design of a non-contact health monitoring system combined with a cost-benefit analysis, thereby providing an economic management paradigm for the Internet of Things health monitoring system.

Keywords: Aging in China; Internet of Things; health monitoring system; interdisciplinary; economic management.

For citation: Li Shitong & Zou Xinlu. Innovative Research on the Health Monitoring System Based on China's Aging Population. Sophia. 2025;1:73–82. English.

Ли Шитунь[1], Цзоу Синлу[2]

[1–2] Школа бизнес-администрирования Университета науки и технологий провинции Ляонин, Аньшань, Китай

ИННОВАЦИОННОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЗДОРОВЬЯ В УСЛОВИЯХ ПОВЫШЕННОГО УРОВНЯ СТАРЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ КИТАЯ

Старение населения является неизбежным результатом повышения уровня жизни людей и увеличения продолжительности жизни. Согласно данным Седьмой национальной переписи населения Китая, в 2020 году численность пожилого населения в возрасте 60 лет и старше в материковом Китае достигла 264 миллионов человек, что составило 18,7 % от общего населения. Углубление старения общества привело к одновременному росту спроса на домашний уход за пожилыми в семьях и увеличению финансового давления. Поэтому в сфере интеллектуального здравоохранения необходимо инновационное объединение многоаспектных подходов. В данной статье посредством проектирования бесконтактной системы мониторинга здоровья и анализа рентабельности будет обоснован механизм трёхстороннего распределения затрат между «государством – предприятиями – семьями», что позволит предложить экономическую управленческую модель для систем мониторинга здоровья на основе интернета вещей.

Ключевые слова: пожилость населения Китая; интернет вещей; система мониторинга здоровья; междисциплинарность; экономическое управление.

Образец цитирования: Ли Шитунь. Инновационное исследование системы мониторинга здоровья в условиях повышенного уровня старения населения Китая / Ли Шитунь, Цзоу Синлу // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 73–82.

Авторы:

[1] **Ли Шитунь** – в настоящее время обучается на получение степени бакалавра в Ляонинском университете науки и техники. Направление исследований: маркетинг, экономическое управление.

1103421666@qq.com

Authors:

Li Shitong – Currently pursuing a bachelor's degree at Liaoning University of Science and Technology. Research direction: Marketing, Economic Management.

[2] **Цзоу Синлу** – магистр по менеджменту Университета Глазго в Великобритании. В настоящее время обучается на докторскую степень; работает доцентом в бизнес-школе Университета науки и техники Ляонина.

434341806@qq.com

Zou Xinlu – Master of Management from the University of Glasgow, UK.Studying for a doctorate. Lecturer at the School of Business Administration, Liaoning University of Science and Technology.

Introduction

Population ageing has become a common phenomenon worldwide. As China's social ageing deepens, the health management of the elderly has also become a focus of social concern. However, the traditional medical service model is difficult to meet the growing home health needs of the elderly. Research and analysis of the Internet of Things health monitoring system and economic management innovation under this new situation is of great practical value and significance for promoting the development of elderly care services.

According to data released in the 2023 National Aging Development Bulletin, by the end of 2023, there will be 296.97 million people aged 60 and above in China, accounting for 21.1 % of the total population; and 216.76 million people aged 65 and above, accounting for 15.4 % of the total population. Meanwhile, according to data from the National Bureau of Statistics for 2023, the number of empty-nesters has reached 130 million. This shows that the issue of ageing at home is becoming increasingly urgent, and the financial expenditure on elderly care has reached 6.2 % of GDP. The Action Plan for the Development of the Smart Health and Elderly Care Industry also clearly proposes to strengthen interdisciplinary and cross-domain cooperation to enhance the intelligence level of health and elderly care products and services. The plan also shows the importance China attaches to the development of the smart health and elderly care industry.

The safety of elderly people living alone or without family is never guaranteed. Related studies show that the development of home-based elderly care services in China is relatively slow at present, and there are problems such as inefficiency in the elderly care services provided by the community. Moreover, the children of the elderly are often not around, making it difficult to provide adequate support and assistance to the elderly and to meet their diverse needs. The imported sensor technology for health monitoring systems is too expensive for ordinary families to afford. Therefore, exploring the Internet of Things elderly care monitoring system under the current situation is a necessary topic. Through in-depth research, we hope to explore and propose more innovative technical optimization and economic management solutions to achieve the goal of "inclusive smart elderly care".

1. Technical system design

The Internet of Things-driven health monitoring system for the elderly at home needs to take into account technology, cost and user-friendliness. This section will be based on the localized needs of China, namely social structure, policy environment, technological foundation, economic conditions and cultural habits, etc., and will be designed on the basic system architecture of smart home care safety monitoring at the application layer, network layer and perception layer (application layer, middleware layer and sensors layer [1]).

1.1. Application layer

1.1.1. Functional sections

Family-end WeChat mini-program: According to Tencent's official data analysis, the number of active elderly WeChat users was 1.31 million in June 2014, increased to 7.68 million in September 2016, and reached 50 million in September 2017, so that more than 30 % of new WeChat users come from the elderly group. As a social platform with a penetration rate of over 95 % in China, WeChat is an ideal entry point to connect the elderly with their children.

Core functional areas (as shown in *Figure 1*).

Function	Design details	Localization adaptation
Real-time Status Monitoring	Breathing/Heart Rate Curve, Environmental Safety Index (Temperature and Humidity, Gas)	Data refreshes every 10 seconds to avoid frequent notifications disturbing the elderly
Anomaly Event Early Warning	Popup Alert + SMS Notification (Supports Voice Broadcasting)	Dialect voice packs (such as Cantonese, Sichuanese, etc.)
Health Report	Weekly/Monthly Health Trend Analysis (Sleep Quality, Activity Volume)	Integrate with the TCM Constitution Identification Model to provide health advice.
Family Interaction	Voice Message, Medication Reminder Settings, Emergency Contact One-Click Call	Automatically generate an "Electronic Filial Piety Report" on festivals and holidays.

Fig. 1. Core functional areas.

1.1.2. Age-friendly interaction design

Visual optimisation: font size is enlarged (minimum 24pt) and high-contrast colouring (yellow background with black text) is used, with vibration feedback for key buttons. Research shows that this dynamic feedback optimisation will reduce the error rate by 62 %.

Voice control: Using the iFLYTEK speech engine,the system has its ownership of independent IPR in both speech synthesis and speech recognition technologies [2] and the system's speech recognition accuracy has been improved to over 97 %, supporting voice input in 21 dialects, which is both accurate and convenient.

1.2. Network layer

1.2.1. Urban-rural differentiated deployment

1) Urban technology portfolio: high speed, low latency.

2) Rural technology portfolio: wide coverage, low consumption.

1.2.2. Privacy-compliant design

1) Data localization.

Raw data should be stored in a data center certified at the third level of the protection classification system to ensure data security.

2) User authorization management.

Set relevant terms and obtain user authorization through a WeChat mini program to facilitate relevant operations.

1.3. Perception layer

Perception tools.

- Wireless radar: millimeter wave radar;
- Thermal carpet: infrared thermal imaging array;
- Gas alarm: piezoelectric thin film sensor;
- Reasons: Reduce the use of cameras, reduce the elderly's aversion, domestic parts are cheaper, and the use of solar energy in rural areas is environmentally friendly and economical.

Data processing.

The introduction of multimodal theory [3] into the service system enables high-precision, low-cost health data collection and promotes the universalization of smart elderly care.

2. Cost management

2.1. System design and benefit analysis diagram

Hierarchy	Technical components	Detailed description	Economic Management Correlation Points	Detailed description	Cost-benefit analysis
Application Layer	WeChat Mini Program	Mobile application with low development cost, convenient for the elderly and their families to view health data	Collaborative Management	Government-enterprise data sharing mechanism, promoting data interconnectivity	Government subsidy 40% (320 yuan/set)
	Government Data Interface	Accessing government health data interfaces to provide more comprehensive health services			Household contribution 30% (240 yuan) Corporate discount 30%
Network Layer	Alibaba Cloud IoT Platform	Providing an IoT platform service with a pay as you go model	Light Asset Operation	Avoiding hardware reinvestment, reducing corporate operational risks	
Perception Layer	Domestic Millimeter Wave Radar	Domestic millimeter-wave radar with 50% cost reduction, used for monitoring the activities of the elderly	Supply Chain Domestic Substitution Strategy	Adopting Hunan HiSilicon chip procurement, reducing external dependence	Cost per set of equipment (after localization) 800 yuan
	Lolla Environmental Sensor	Used for monitoring home environment data (such as temperature, humidity, etc.)			Lifespan 5 years
					Annual operation and maintenance cost 120 yuan

*Fig. 2.*Technical system design.

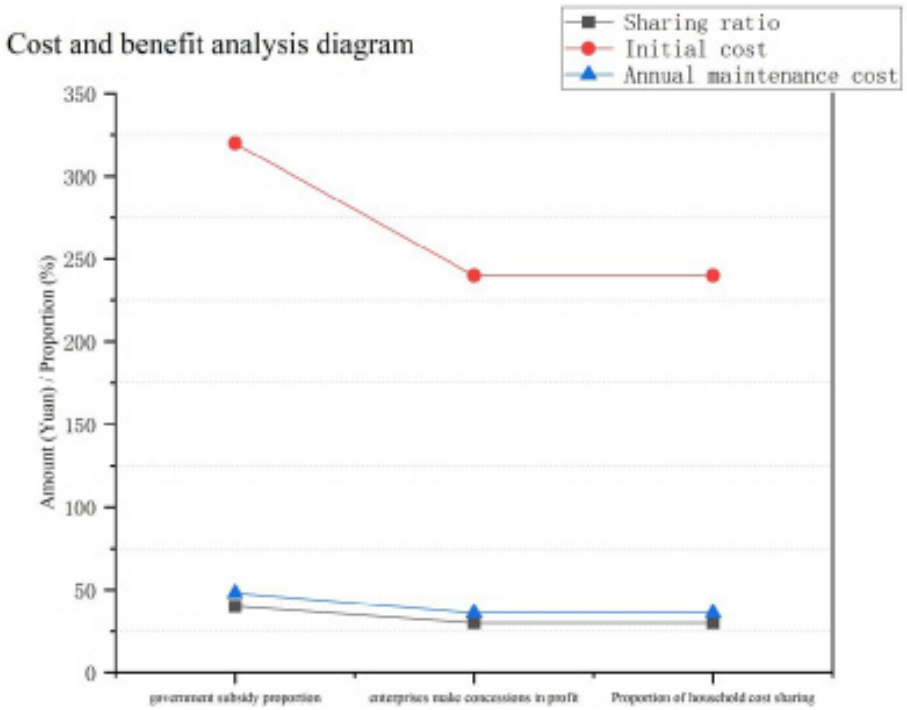


Fig. 3. Cost and benefit analysis diagram.

2.2. Cost management plan

When designing a health monitoring system for the elderly at home, we need to integrate technological innovation and cost control, so as to ensure the practicality and affordability of the system and facilitate cost management.

At the application layer, our system uses WeChat mini programs , which are relatively easy and inexpensive to develop [4], so that the general public can also use this channel to check the health data of the elderly and their families anytime, anywhere. By accessing the government health data interface, the system can provide more comprehensive health services, such as health consultations and emergency assistance. In terms of financial management, the system adopts a tripartite sharing mechanism of "government-enterprise-family", with the government subsidizing 40 % (320 yuan/set), the family bearing 30 % (240 yuan), and the enterprise making a 30 % profit.This model not only helps to alleviate the family's financial pressure, but also promotes the sustainable development of the enterprise. Through the combination of these two forms, a win-win situation can be achieved.

In terms of the network layer, the system uses the Alibaba Cloud IoT platform, which can remotely monitor the status and real-time data of IoT devices, effectively monitoring data in real time. The automated centralized management of the cloud platform monitoring system can bring together various traditional monitoring platforms from different companies for management and operation [5]. This function reduces overall operating costs and hardware idle rates , and also avoids the operational risks associated with heavy hardware investment.

In terms of the perception layer, our system uses a domestically produced millimeter-wave radar that reduces costs by 50 %. The co-founder of a domestic technology company also proposed that "the localization of millimeter-wave radar products is the general trend". This radar can accurately monitor the activity status of the elderly, effectively improving the

safety of elderly care at home. In addition, the system is equipped with LoRa environmental sensors with a low cost and a high sensitivity that can monitor key data such as temperature and humidity in the home environment in real time and make intelligent adjustments [6], with the aim of providing the elderly with a comfortable living environment. In terms of the supply chain, the aim is to reduce costs and overseas supply by purchasing Huawei HiSilicon chips, which helps to enhance the system's autonomy and controllability. Thanks to these localization efforts, the cost of a single set of equipment has been successfully controlled at 800 yuan, and the equipment has a long life cycle of 5 years. The annual maintenance cost is only 120 yuan, significantly reducing the economic burden on users.

3. Economic management model: tripartite collaboration and risk control

3.1. Framework and rendering

Category	Subcategory	Describe	Concrete content	Case/Data
"Government-Enterprise-Family" Cost Sharing Model	Government Role	Policy Subsidies	Procurement bidding, providing market opportunities for corporate products	
		Data Openness	Emergency system integration, enhancing emergency response efficiency	
	Corporate Role	Technology Iteration	Continuously optimizing products, reducing false alarm rates	False alarm rate optimization, for example, the Suzhou pilot has reduced from 12% to 7.5%
		Service Subscription	Providing continuous service, charging annual fees	Annual fee of 200 yuan/household
	Family Role	Hardware Acquisition	One-time payment for hardware costs	
		Value-Added Services	Subscribing to premium services such as health reports	
Risk Management Framework (ISO 31000)	Risk Type	Technical Risk	Response strategy: Redundant design (dual sensor verification)	Suzhou pilot false alarm rate has reduced from 12% to 7.5%
		Market Risk	Response strategy: Differential pricing (first-tier cities vs. rural areas)	Rural government fully subsidizes, urban families share 50% of the cost
		Compliance Risk	Response strategy: Compliance with both GDPR and China's Personal Information Protection Law	Data anonymization processing to ensure privacy security; local server storage to reduce data leak risk

Fig. 4. Tripartite collaboration model and risk control framework.

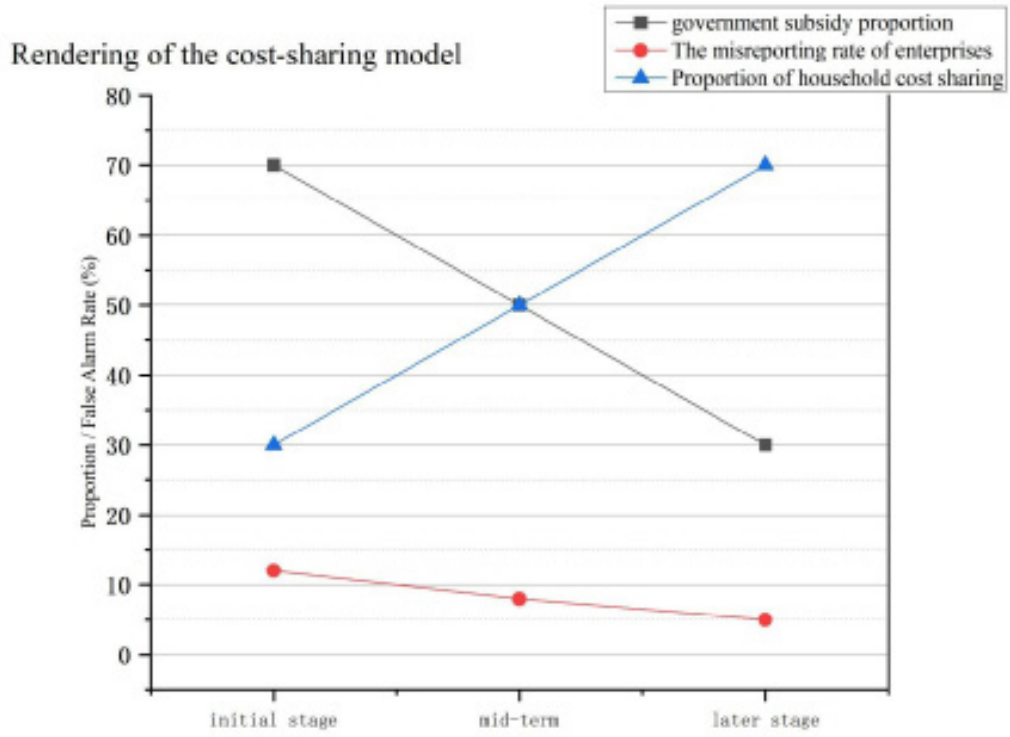


Fig. 5. Rendering of the cost-sharing model.

3.2. Model analysis

This paper proposes a cost-sharing model for tripartite collaboration between the government, enterprises and households, with the aim of maximizing the economic feasibility and social benefits of the system through multi-party cooperation.

The government plays a crucial role in this model. Through procurement bidding, the government not only provides a broad market opportunity for the products of enterprises, but also ensures the quality and cost-effectiveness of the system. The opening up of government data interfaces, especially the connection with the emergency rescue system, significantly improves emergency response efficiency and provides more timely and effective safety protection for the elderly.

Enterprises are responsible for technological updates and service completion, and need to continuously optimize products and reduce the false alarm rate to improve user experience and trust. In the Suzhou pilot project, the false alarm rate was successfully reduced from 12 % to 7.5 % by adopting a redundant design with dual sensor verification. This result not only verified the correctness of the technical route, but also laid a solid foundation for subsequent market promotion. The company also provides ongoing services such as service subscriptions, including system maintenance, health report generation, etc., with the aim of providing comprehensive health management support for family users.

The role of the family as the end user is indispensable. The family needs to bear the one-time hardware purchase cost and subscribe to value-added services to obtain more comprehensive health management services. Although the initial investment is high, considering the long-term benefits of the system and the government's subsidy policy, this cost is manageable for most families.

In terms of risk management, this paper adopts the ISO 31000 framework for systematic management. Market risks are addressed through differentiated pricing. The rural market is fully subsidized by the government due to relatively poor economic conditions, while in first-tier cities, where residents have higher incomes, households share 50 % of the cost, which not only ensures the company’s profit margin, but also promotes the popularization of the system. In terms of compliance risks, the relevant provisions of the GDPR and the Personal Information Protection Law of the People’s Republic of China are strictly followed. Measures such as data anonymization and local server storage are taken to ensure user privacy and data security.

4. Discussion: Model promotion and industry-university-research collaboration

4.1. Framework and renderings

Category	Please provide a detailed description.	Relevant examples or data
Challenge	Low network coverage rate in rural markets (requires 5G infrastructure support)	According to data from China's Ministry of Industry and Information Technology, by the end of 2022, the 4G network coverage rate in rural areas of China reached 97%, but the 5G network coverage rate was only about 20%, much lower than in urban areas. For example, in a remote village in Guizhou Province, due to the complex terrain, the construction of 5G base stations is difficult, resulting in the local aging population being unable to enjoy high-quality Internet of Things health monitoring services.
	The Dilemma of Balancing User Privacy and Data Security	In 2021, a well-known health monitoring equipment company experienced a data breach due to inadequate data protection measures, resulting in the exposure of health data of millions of users. This incident highlighted a significant challenge in Internet of Things health monitoring systems: how to ensure user privacy and data security. The company subsequently invested heavily in strengthening data encryption and access control, but user trust was still somewhat affected.
Industry Academia-Research Path	Educational Empowerment: Universities Offering Micro Majors in "Smart Health Economic Management"	Peking University launched the "Smart Health Economics Management" micro major in 2023, which aims to cultivate interdisciplinary talents with knowledge in health management, economic analysis, and information technology. The curriculum includes practical courses such as Agile Development and Cost Accounting to better serve the innovation and promotion of the Internet of Things health monitoring systems.
	Technology Export: Promoting to the Eastern European Market via the "Belt and Road Initiative" (Adapting to the Aging Needs of Belarus)	Huawei has collaborated with a medical institution in Belarus to customize an Internet of Things health monitoring system for the health needs of the aging population in Belarus. The system leverages Huawei's technological advantages in 5G and cloud computing, providing services such as remote medical consultation and health data monitoring for the elderly in Belarus. Since the implementation of the project in 2022, it has covered multiple cities in Belarus and has been widely praised by the local government and the public.
	Ecological Construction: Joint Laboratories Built by Governments, Universities, and Enterprises (e.g., Cooperation with Hikvision)	In 2023, the Zhejiang Provincial Government, Zhejiang University, and Hikvision jointly established the "Smart Health Internet of Things Joint Laboratory". The laboratory focuses on the research and development and application of Internet of Things health monitoring technology, promoting the transformation of innovative achievements through a model of government guidance, university scientific research support, and enterprise market operations. For example, the intelligent wearable devices developed by the laboratory have been applied in multiple domestic elderly care institutions, effectively improving the health management level of the elderly.

Fig. 6. Challenges and industry-university-research pathways.

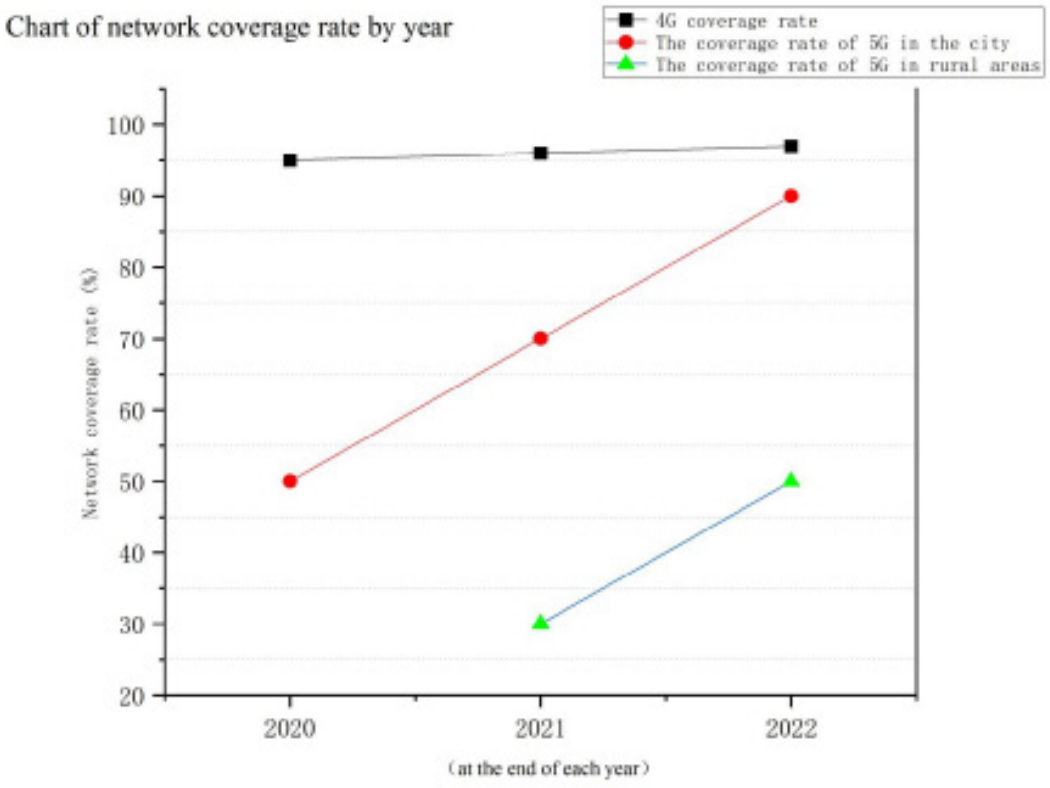


Fig. 7. Chart of network coverage rate by year.

4.2. Discussion on collaborative development between industry, university and research

The low network coverage in rural markets is an urgent problem that needs to be solved. According to data from the Ministry of Industry and Information Technology of the People's Republic of China, by the end of 2022, although the coverage of 4G networks in rural areas of China will reach 97 %, the coverage of 5G networks will only be about 50 %, which is much lower than that in urban areas. This means that many elderly people cannot enjoy high-quality IoT health monitoring services. Therefore, strengthening the construction of 5G infrastructure in rural areas and improving network coverage can be said to be the key to promoting the IoT health monitoring system. At this time, relevant communication companies need to put people first, adapt to local conditions, actively seek potential markets, and give priority to consumer demand when pricing their services .

In the promotion of the IoT health monitoring system, balancing user privacy and data security is also an important challenge. In recent years, frequent data breaches have posed a serious threat to user privacy and security. When designing the system, full consideration must be given to user privacy and data security issues, and advanced data encryption and access control technologies must be adopted to ensure the security and privacy of user data.

In order to promote the innovative development of the IoT health monitoring system, this paper actively explores new paths for collaborative development among industry, academia, and research. In terms of education empowerment, Peking University and other universities have established a minor in "smart health economic management," which aims to cultivate interdisciplinary talent with knowledge in multiple fields. These talents will play an important role in the innovation and promotion of related smart industries. In terms of technology export, companies such as Huawei have cooperated with Eastern European countries to customize relevant IoT health monitoring systems to meet the health needs of the aging population there. This cooperation model not only promotes the international dissemination of technology, but also provides more convenient and efficient health services for local elderly people. In terms of ecological construction, governments, universities and enterprises have jointly established joint laboratories. The "Smart Health IoT Joint Laboratory" established by the Zhejiang Provincial Government, Zhejiang University and Hikvision is one example. These laboratories promote the research and development and application of IoT health monitoring technology through the integration of resources and collaborative innovation, providing a continuous flow of fresh blood for the development of the smart elderly care industry.

5. Summary and outlook

This paper discusses the simple design and economic management costs of an IoT health monitoring system based on the realistic background of China's aging society. By designing a non-contact health monitoring system combined with a "government-enterprise-family" tripartite sharing mechanism, the aim is to provide the elderly with more convenient, economical and efficient health management services. It is believed that with the continuous innovation of IoT technology and the continuous expansion of application scenarios, the smart elderly care industry can usher in a broader development prospect.

REFERENCES

1. *Philip, N. Y. [et al.]* Internet of Things for in-home health monitoring systems: Current advances, challenges and future directions [J]. IEEE Journal on Selected Areas in Communications, 2021, 39(2): 300–310.

2. *Zhu, X.* CaSe i: iflytek: a technology innovator's journey from intelligent speech to artificial intelligence[J]. Emerging Champions in the Digital Economy: New Theories and Cases on Evolving Technologies and Business Models, 2019: 67–89.

3. *Bernsen, N. O*. Multimodality theory [M] // Multimodal user interfaces: From signals to interaction. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2008: 5–29.

4. *Hao, L. [et al.]* Analysis of the development of WeChat mini program [C] //Journal of Physics: Conference Series. IOP Publishing, 2018, 1087(6): 062040.

5. *Hao, Y., Helo, P., Gunasekaran, A*. Cloud platforms for remote monitoring system: a comparative case study [J]. Production Planning & Control, 2020, 31(2–3): 186–202.

6. *Jia, Y.* LoRa-based WSNs construction and low-power data collection strategy for wetland environmental monitoring [J]. Wireless Personal Communications, 2020, 114(2): 1533–1555.

Ma Xinyu [1], Wang Yuan [2]

УДК 577.1:54.057

[1–2] School of Economics and Management, Shanghai University of Political Science and Law, Shanghai, China

BOTTLENECKS IN CHINA'S ECONOMIC GROWTH: ANALYZING THE POSSIBILITY OF THE MIDDLE-INCOME TRAP

This article aims to explore the main bottlenecks of China's economic growth, analyze whether there is a risk of falling into the middle-income trap, and propose corresponding policy recommendations. Firstly, the theory and definitions related to the middle-income trap are reviewed. Secondly, the successes and failures of middle-income countries globally are analyzed to draw lessons. Subsequently, China's actual development situation is assessed. Finally, policy recommendations to avoid the middle-income trap are proposed.

Keywords: Economic Growth Model; Middle-Income Trap; Gross Domestic Product (GDP); Independent Innovation; Deepening Reform.

For citation: Ma Xinyu & Wang Yuan. Bottlenecks in China's Economic Growth: Analyzing the Possibility of the Middle-Income Trap. Sophia. 2025;1:83–93. English.

Ма Синьюй [1], Ван Юань [2]

[1–2] Факультет экономики и менеджмента Шанхайского университета политических наук и права, Шанхай, Китай

УЗКИЕ МЕСТА В ЭКОНОМИЧЕСКОМ РОСТЕ КИТАЯ: АНАЛИЗ ВОЗМОЖНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ЛОВУШКИ СРЕДНЕГО ДОХОДА

Целью данной статьи является исследование основных узких мест экономического роста Китая, анализ риска попадания в ловушку среднего дохода и предложение соответствующих рекомендаций по политике. Во-первых, рассматриваются теория и определения, связанные с ловушкой среднего дохода. Во-вторых, анализируются успехи и неудачи стран со средним доходом во всем мире для извлечения уроков. Затем оценивается фактическая ситуация развития Китая. Наконец, предлагаются рекомендации по политике, чтобы избежать ловушки среднего дохода.

Ключевые слова: модель экономического роста; ловушка среднего дохода; валовой внутренний продукт (ВВП); независимые инновации; углубление реформ.

Образец цитирования: Ма Синьюй. Узкие места в экономическом росте Китая: анализ возможности возникновения ловушки среднего дохода / Ма Синьюй, Ван Юань // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 83–93.

Авторы:

[1] **Ма Синьюй** – специалист по электронной коммерции и праву, факультет экономики и менеджмента, Шанхайский университет политических наук и права.

2141163989@qq.com

Authors:

Ma Xinyu – e-commerce and law major, School of Economics and Management, Shanghai University of Political Science and Law.

[2] **Ван Юань** – преподаватель факультета экономики и менеджмента, Шанхайский университет политических наук и права.

wangyuanbsu@163.com

Wang Yuan – lecturer, School of Economics and Management, Shanghai University of Political Science and Law.

I. Introduction

Since the initiation of reforms and opening-up in 1978, China's economy has not only maintained long-term stability in its growth rate but has also achieved remarkable accomplishments in structural adjustment, industrial upgrading, and technological innovation. The data in the chart below, sourced from the China Statistical Yearbook, reflects the situation of China's Gross National Income (GNI) and Gross Domestic Product (GDP) from 1978 to 2023.

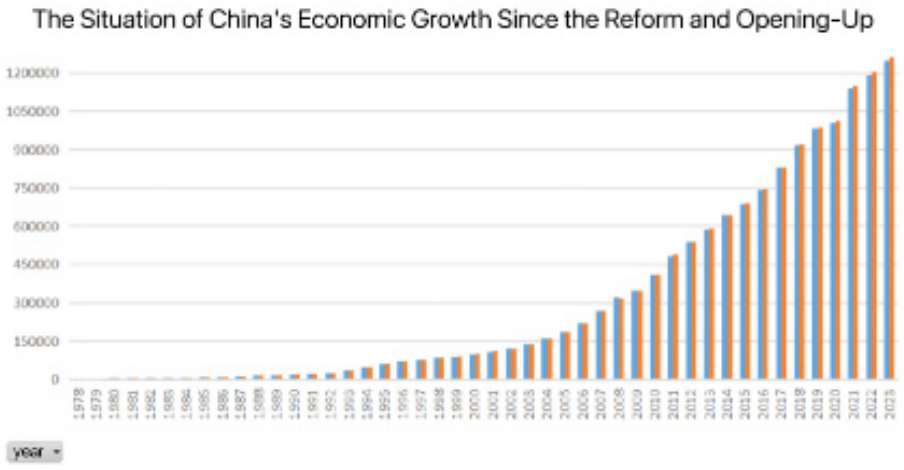


Fig. 1. The situation of China's economic growth since the reform and opening-up.

As illustrated in the chart, except for the slowdown in economic growth in 2020 due to the impact of the global COVID-19 pandemic, China's economy has consistently experienced rapid growth. The country's GDP has surged from 367.87 billion yuan in 1978 to 126.05821 trillion yuan. Although China's economy has transitioned from a phase of high-speed growth to one of high-quality development, recent years have seen the emergence of bottlenecks such as overcapacity, insufficient effective demand, external environmental uncertainties, rising unemployment rates, and an aging population. Consequently, the question of whether China will fall into the middle-income trap and how to overcome it has become a topic worthy of exploration.

II. The Theory of the Middle-Income Trap

1. Definition of the Middle-Income Trap

The concept of the "Middle-Income Trap" was first introduced in the World Bank's *East Asian Development Report (2006)*. It refers to a situation where a country, leveraging certain advantages (such as natural resources or population), achieves rapid economic growth, raising its per capita income to a certain level, but then remains stagnant at that level for an extended period [1, p. 210].

2. Delineation of the Middle-Income Trap

In the 1989 fiscal year, the World Bank established a classification system for countries based on per capita national income. This system categorizes countries into four income levels: low-income, lower-middle-income, upper-middle-income, and high-income. This classification helps to more accurately understand and assess the economic conditions of different countries and regions globally. Generally, low- and middle-income countries are referred to as developing countries, while high-income countries are considered developed. However, there is still no consensus on the precise definition of the middle-income trap. To date, the widely accepted view is that the middle-income trap is a phenomenon predominantly observed in middle-income countries that have experienced rapid growth. It is characterized by a slowdown in growth, which gradually evolves into a persistent and difficult-to-escape cycle, potentially leading to a vicious circle [2, p. 103].

3. Examining China's Economy from a Theoretical Perspective

Structuralist economics emphasizes the importance of economic structures, positing that industrial structure, regional structure, and social structure determine economic development. Development economics, on the other hand, views technological innovation as a key driver of sustained economic growth. Over the past few decades, China's industrial structure has undergone profound changes. However, with continued economic development, challenges such as rising labor costs and difficulties in overcoming technological bottlenecks have become increasingly apparent. While China does face challenges in its economic development, such as insufficient innovation-driven growth and significant urban-rural income disparities, it is not accurate to conclude that China has already exhibited the typical characteristics of the middle-income trap.

III.The Possibility of China Falling into the Middle-Income Trap

In the vast global economic landscape, some countries have successfully crossed the threshold of middle-income and entered a new era of prosperous development; while others remain trapped like ships lost in the fog, unable to break through that invisible barrier, stagnating in the middle-income trap.

1. Analysis of Reasons for Falling into the Middle-Income Trap

Some countries in Latin America and Southeast Asia have fallen into the middle-income trap. After experiencing rapid economic growth, their income levels have stagnated for several decades, and they have been unable to cross the $15,000 mark to become developed countries.

Case Study: Argentina

The typical representative from the Latin American region is Argentina. In the late 1990s, Argentina's per capita GDP exceeded $8,000, but in 2002 it dropped to just over $2,000. By 2023, the country's per capita GDP was $13,730.5, still not crossing the middle-income trap threshold or achieving developed status. This stagnation can be traced back to Argentina's initial strategy of import substitution during industrialization, where it failed to timely transition its development model. Even after the oil crisis in the early 1970s, it sustained a policy of "debt-driven growth", prolonging the import substitution strategy for half a century [3, p. 24].

Fig. 2. Argentina's GDP per capita curve.

Case Study: Mexico

Mexico, as another case, had a per capita GDP of $1,000 in 1973, qualifying it as an upper-middle-income country. Fast forward fifty years to 2023, Mexico's per capita GDP was $13,926.1, keeping it within the upper-middle-income bracket. After the debt crisis of 1982, maintaining low inflation became a key goal for successive Mexican governments. To combat inflation, the government pegged the peso to the dollar as a "nominal anchor" for its monetary policy [4, p. 50], leading to an overvaluation of the peso. This monetary misstep contributed to Mexico's entrapment in the middle-income trap.

Fig. 3. Mexico's GDP per capita curve.

Case Study: Malaysia

In the Southeast Asian region, Malaysia serves as another representative. In the early 1980s, its per capita GDP already surpassed $ 1,000, but it has not achieved a breakthrough after nearly four decades, with a per capita GDP of only $ 11,648.7 in 2023. Malaysia's economy heavily relies on foreign trade and tourism, showing insufficient development in manufacturing, with a lack of competitiveness and resilience, struggling to overcome bottlenecks in technological innovation.

Fig. 4. Malaysia's GDP per capita curve.

2. Lessons from Successful Countries

Many countries have successfully transcended the middle-income trap. Japan is a typical case; in 1972, its per capita GDP neared $ 3,000, and by 1984, Japan had successfully broken through the $ 10,000 barrier. This was due to Japan's focus on increasing residents' income and implementing the "National Income Doubling Plan", which resulted in significant wage increases for workers, activating the market and prompting firms to expand production; this created a virtuous cycle that doubled both national production and income. Japan also prioritized industrial upgrading and technological innovation, effectively transitioning its main industries from traditional sectors to high-end sectors, completing the shift from light industry to heavy industry, and then to high-tech industries.

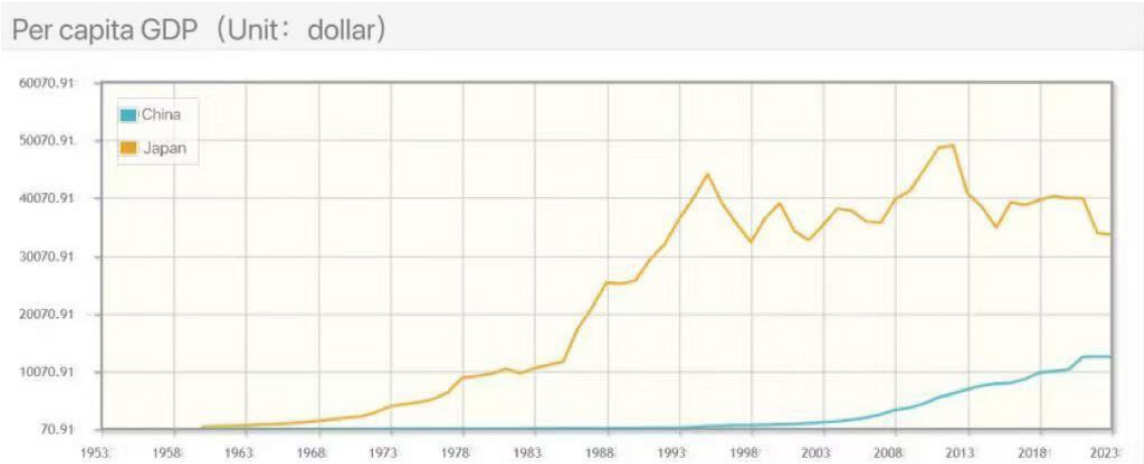


Fig. 5. Comparison of Historical GDP per Capita Data between China and Japan.

Korea serves as another exemplary case. By 1987, Korea's per capita GDP exceeded $3,000, reached $11,469 by 1995, and soared to $28,101 by 2014, successfully entering the developed nation ranks. Korea adopted a government-led growth model, fostering large-scale investments and infrastructure development while encouraging market openness and private sector investment and consumption. For instance, many startups in Seoul's entrepreneurial hubs receive support from both the government and social capital, encouraging exploration in new fields, which enabled Korea to innovate and upgrade its industrial structure, successfully crossing the middle-income trap.

Fig. 6. Comparison of Historical GDP per Capita Data between China and Korea.

China has implemented a combination of investment-driven, consumption-driven, export-oriented, and innovation-driven economic growth models. China can learn from Korea's government-led economic growth approach, strengthening industrial policy guidance and coordinating resource allocation. Chinese state-owned enterprises play a crucial role in technological innovation, while Japan emphasizes the importance of large private enterprises like Toyota and Honda as main drivers of innovation. Adapting these valuable experiences can benefit China's economic growth.

3. Assessing the Possibility of China Falling into the Middle-Income Trap

Looking at China's economy, the three major industries have undergone significant transformations since the reform and opening-up era, experiencing remarkable growth especially in the industrial and service sectors. These sectors have expanded not only in scale but also in quality and efficiency, becoming the main engines driving economic growth.

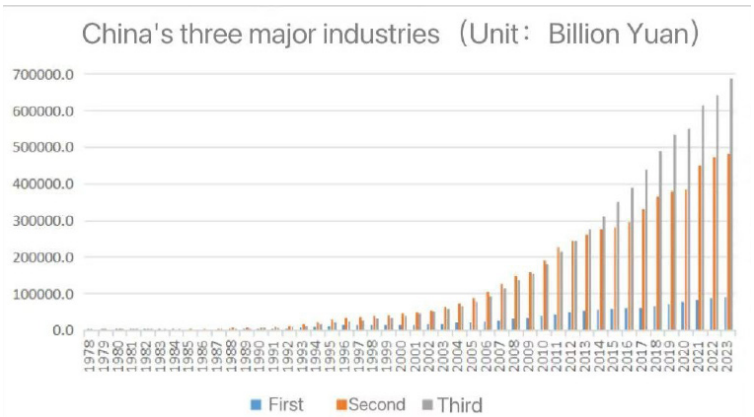


Fig. 7. China's three major industries.

From the perspective of GDP composition, agriculture, as China's largest industry, has seen a continuous decline from 27.7% in 1978 to 7.1% in 2023. The industrial sector has experienced a slight decline as well, while the service sector's contribution has significantly risen from 24.6% in 1978 to 54.6% in 2023, contributing 60.2% to GDP. The trend in industrial structure shows that by 2019, the ratio of value added by the three sectors stood at 7.1:39:53.9, and it is projected that in the "14th Five-Year Plan" period, the shares of agriculture and manufacturing will continue to decline while services will increase. According to models, by 2025, this ratio is expected to adjust to 5:30:65, and by 2035 further to 4:26:70 [5, p. 10]. This indicates that the service sector is increasingly replacing agriculture and industry, taking a dominant position in economic development.

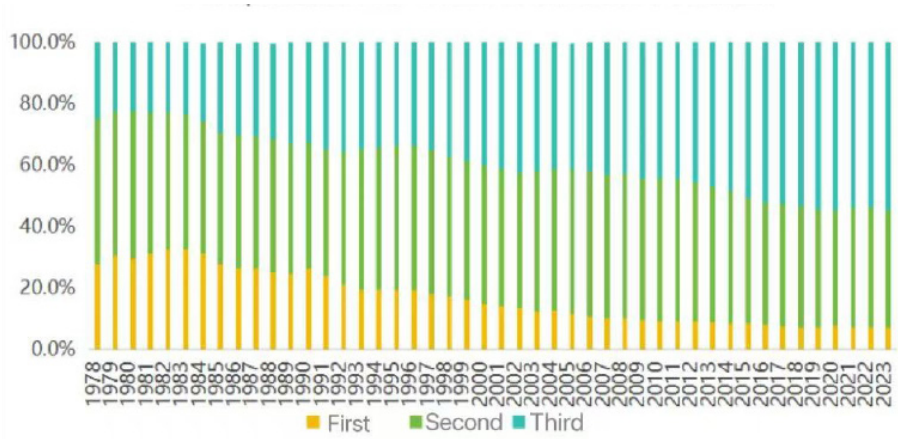


Fig. 8. Composition of gross domestic product

China emphasizes sustainable development, with agriculture moving towards modernization and automation. By introducing advanced technologies and management practices, the nation is improving production efficiency and product quality while ensuring food security. Increased investment in technology and human capital is accelerating industrial transformation, progressively advancing toward high-end development. In 2023, total R&D investment reached approximately 3.3 trillion yuan, accounting for 2.6% of GDP. The service sector continues to evolve through digital transformation and innovative service models to meet consumers' diverse and personalized needs, becoming a vital component of the national economy and a primary engine of growth. Thus, China's industrial structure is expected to show a gradual decline in the share of agriculture, a greater focus on green and technological development, and a continuous rise in the share of the service sector.

Additionally, China is narrowing the income gap between urban and rural residents, expanding the middle-income group, and achieving a comprehensive victory in poverty alleviation. Notably, since the 18th National Congress, supported by major national strategies such as supply-side structural reform and innovation-driven development, China's economic development has achieved significant advancement.

However, China currently faces many challenges. As of 2023, the proportion of the population aged 56 and older has reached 15.4% of the total population, with severe aging in Northeast China and a significant outflow of young labor. This has led to a heavy aging society. The long-term economic zones also experience high aging levels; although the registered population is older, an influx of young labor helps maintain a lower overall support

ratio. Conversely, provinces like Guangdong, with a lower percentage of the elderly, benefit from a significant presence of young migrant workers. Regional differences indicate that population aging may lead to labor shortages, declines in productivity, reduced innovation capabilities, and increased social security and healthcare costs. China also faces insufficient impetus for technological progress, heightened external risks, and considerable pressure for economic transformation and upgrading.

According to the World Bank, in 1997, China's national production value reached $ 105.54 billion, with a per capita income of $ 860, marking its first escape from the "low-income country" status into the "middle-income country" category. However, as of now, China still remains a middle-income country with a per capita GDP of approximately $12,700, yet to cross the $ 20,000 threshold to become a developed country. Whether China may fall into the "middle-income trap" is a question vital for the nation's future, with no absolute "yes"or "no" answer. The risks and opportunities co-exist, and the key lies in how to effectively leverage strengths and address weaknesses. If the country can accurately seize and fully utilize favorable conditions and adopt effective strategies, it will be capable of crossing the "middle-income trap"; conversely, failure to properly address challenges may result in stagnation.

IV. Strategies to Avoid the Middle-Income Trap

1. Neoclassical Growth Model.

We can adopt the neoclassical growth model, also known as the Solow Growth Model, to analyze the core factors of economic growth. This model is based on a framework of neoclassical production equations, emphasizing the roles of savings, population growth, and technological advancement in driving growth, focusing on direct causes of economic growth [6, p. 30].

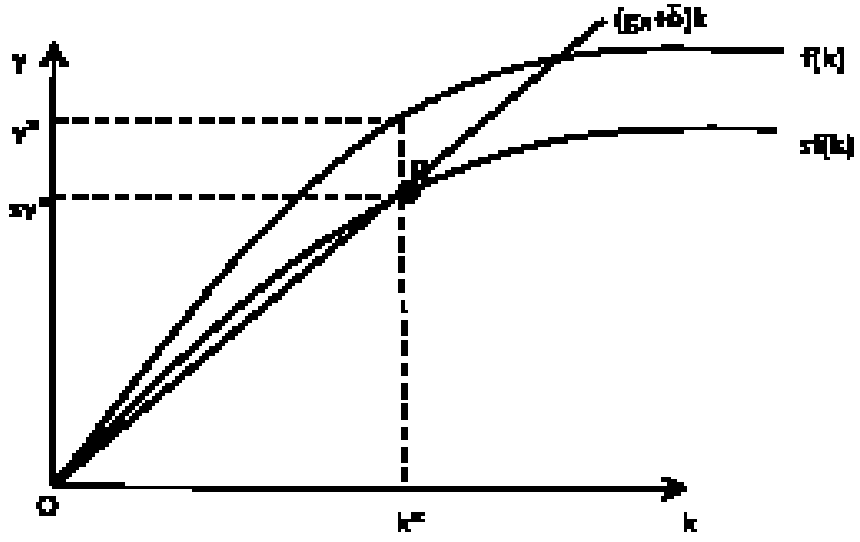


Fig. 9. Steady State in the Neoclassical Growth Model.

The basic equation of the neoclassical growth model is sf(k) – (gN + δ)k, which indicates that the change in per capita capital equals per capita savings minus capital depreciation. In a no-technological-advancement scenario, the steadiness condition of the model is sf(k) = (gN + δ)k. If the capital stock deviates from the steady state, over time it will tend to return to that steady state.

2. Factors Influencing Growth Rate of Per Capita Output.

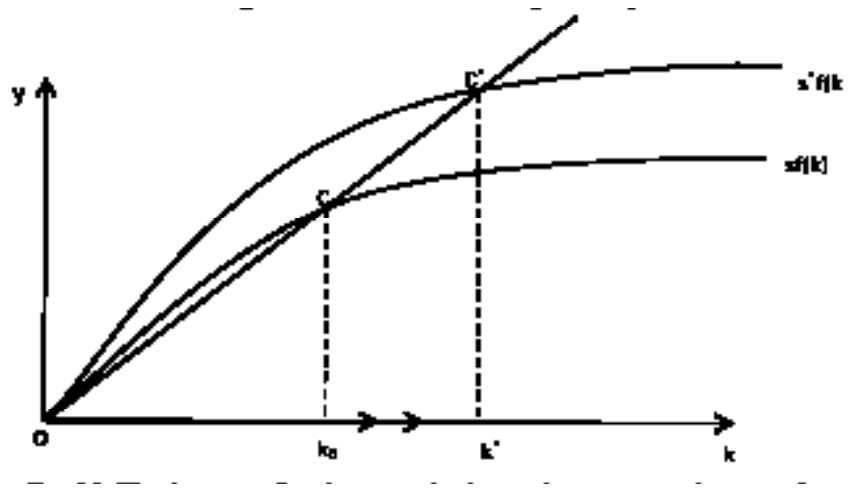


Fig. 10. The impact of an increase in the savings rate on the growth rate of per capita output.

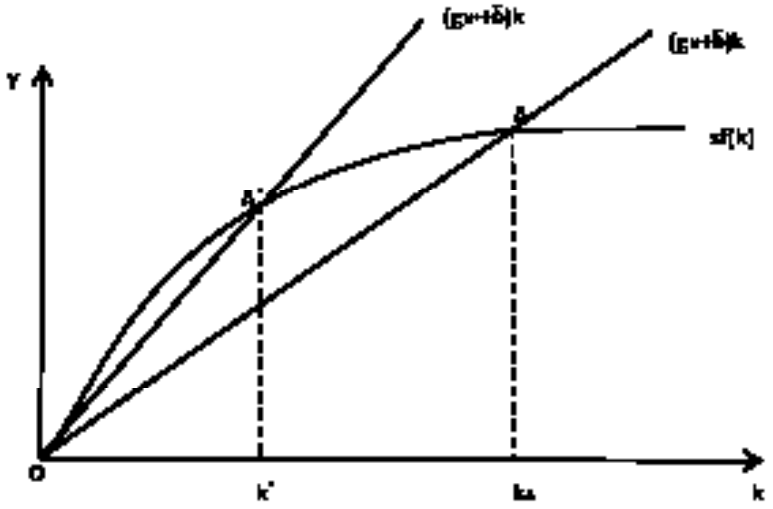


Fig. 11. The impact of population growth on the growth rate of per capita output.

Analysis indicates that an increase in savings rate does not affect the steady-state growth rate but can raise the steady-state level of income. In countries with higher population growth rates, there will typically be lower steady-state levels of per capita capital, leading to lower per capita income levels. Thus, once an economy reaches a steady state, the growth rate of per capita output depends solely on the pace of technological advancement.

3. Recommendations to Promote China's Economic Development.

Using the neoclassical growth model to analyze China's economy, we note that during the initial phase of reform and opening up, the capital was relatively scarce. High savings rates converted substantial amounts of funds into investments, leading to a continual increase in capital stock and a rise in per capita capital, fueling rapid economic growth. However, as the capital stock accumulates, the law of diminishing marginal returns on capital begins to take effect, indicating that solely relying on capital accumulation cannot sustain long-term economic growth. Technological advancement emerges as the key to sustained economic

growth. While past advancements primarily stemmed from importing foreign technology, the narrowing gap with the world's technology frontiers now makes home-grown innovation the core driver of China's continued economic growth.

Consequently, China should vigorously implement an innovation-driven development strategy. Innovation is the primary driver of development, not only promoting the optimization and upgrading of industrial structure but also encouraging enterprises to increase R&D investment, raising the proportion of R&D investment to sales revenue, supporting the establishment of R&D institutions, engaging in technology innovation activities, and strengthening collaboration with universities and research institutions to enhance competitiveness. Furthermore, the government should increase its R&D investment target as a proportion of GDP, guiding social capital towards technological innovation sectors.

President Xi has emphasized the need to build a high-level socialist market economic system. This involves upholding and perfecting the socialist basic economic system, unwaveringly consolidating and developing the public economy while encouraging and guiding the growth of the non-public economy. Moreover, deepening the reform of state-owned enterprises and optimizing the layout and structure of the state economy are critical tasks aimed at empowering state capital and enterprises, enhancing their core competitiveness, and cultivating a conducive environment for the development of private enterprises [7, p. 1].

China should also focus on the role of the government as a guide, improving macroeconomic governance systems and enhancing the level of macroeconomic control. This entails achieving a balance between an effective market and an active government, while utilizing fiscal and monetary policies to form a coordinated macroeconomic governance system with optimized goals and reasonable segmentation.

Deepening reform is another effective means to promote economic development. Comprehensive deepening of reforms can continuously stimulate societal internal motivation and cultivate new types of productive forces. Additionally, optimizing the business environment and reducing taxes and fees are necessary steps to take. To tackle the severe issue of population aging, China can adopt measures such as raising the retirement age and improving the pension system.

Furthermore, China should strengthen international cooperation. By actively participating in international division of labor and leveraging both domestic and international markets and resources for economic development, the nation can form a comprehensive open novel framework centered around domestic circulation. Enhanced international cooperation allows for better utilization of global resources and markets, driving up export value; actively promoting the Belt and Road Initiative will also support policy communication and coordination, improve trade and investment facilitation mechanisms, deepen financial cooperation frameworks, enhance infrastructure collaboration mechanisms, and strengthen cultural exchange mechanisms in building a community with a shared future for mankind, subsequently better responding to risks and challenges.

V. Conclusion and Future Outlook

Through this analysis, we can summarize that successfully crossing the middle-income stage relies on the collaborative effort of three key components: first, continuously promoting technological advancement, relying on innovation to drive a leap in productivity; second, working towards achieving equitable income distribution to ensure that the benefits of economic development reach the masses; and third, vigorously facilitating the optimization

and upgrading of the industrial structure, transitioning industries towards high-end, intelligent, and green pathways.

In the future, China will continue to promote high-quality economic development by increasing its investment in education and research and development, raising urbanization levels, encouraging mass entrepreneurship and innovation, and creating a conducive economic growth atmosphere. At the same time, attention should also be given to the demands of the middle-income populace by cutting taxes, deepening the reform of social security systems, and lowering living costs through the improvement of public services in education and healthcare to achieve equitable development. Internationally, we should learn from and adapt the beneficial experiences of other nations without rigidly copying them, thereby making continual self-adjustments in pursuit of rapid entry into the ranks of developed nations.

Regarding future research on whether China will fall into the middle-income trap, it may be useful to incorporate more specific industry data or micro-level enterprise analyses to provide targeted recommendations for policy-making.

REFERENCES

1. *Chen Lin*, *Tao Zhenzhen*. Design of National Security Education in the Intermediate Financial Accounting (I) Course: A Case Study of Shanghai Lixin University of Accounting and Finance [J]. China Management Informatization, 2022, 25 (09): 210–213.

2. *Dong Yiyi*, *Wang Junping*, *Song Yu*. New Advances in Research on the Middle-Income Trap[J]. Journal of Xi'an University of Finance and Economics, 2024, 37 (03): 103–117.

3. Editorial Department of This Journal. The Internal Logic and Future Direction of the L-Shaped Economic Trend [J]. China Chief Financial Officer. 2016, (05): 24–29.

4. *Wang Yu*. Pegging System, Balance of Payments Imbalance, and the Peso Crisis [J]. Southern Finance. 2014, (10): 50–56.

5. *Wang Yiming*. The Great Changes Unseen in a Century, High-Quality Development, and Building a New Development Pattern [J]. Management World. 2020, 36 (12): 1–13.

6. *Zheng Changjun*. Macroeconomics [M]. Wuhan University Press.: 2020.10.268.

7. *Xi Jinping*. Hold High the Great Banner of Socialism with Chinese Characteristics and Strive in Unity for the Comprehensive Construction of a Modern Socialist Country [N]. People's Daily. 2022–10–26(001).

Liu Huijun [1], Mai Yulin [2], Lin Xilei [3]

УДК 730.03(512.31)

[1–3] China Hanshan Normal University (Guangdong Province) 521041, China

ON THE CULTURAL SIGNIFICANCE OF JIESHENG CLAY SCULPTURE IN SHANWEI CITY

Based on the investigation of the intangible cultural heritage of Shanwei City and the current state of clay sculpture in Jiesheng Town, Shanwei City, as well as through interviews with Zhou Guitong, the fifth-generation inheritor of Jiesheng Clay sculpture, the distinctive features of Jiesheng Clay sculpture have been explored. This article primarily elucidates the cultural significance of Jiesheng Clay sculpture from three aspects: material, craftsmanship, and imagery. The inheritors of Jiesheng Clay sculpture continue to advance the development strategy of branding the craft, thereby benefiting the local cultural economy.

Keywords: Jiesheng; Clay Sculpture; Culture; Inheritance.

For citation: Liu Huijun & Mai Yulin & Lin Xilei. On the Cultural Significance of Jiesheng Clay Sculpture in Shanwei City. Sophia. 2025;1:94–101. English.

Лю Хэйцзюнь [1], Май Юйлинь [2], Линь Силэй [3]

[1–3] Ханьшаньский педагогический университет (провинция Гуандун) 521041, Китай

О КУЛЬТУРНОМ ХАРАКТЕРЕ ГЛИНЯНОЙ СКУЛЬПТУРЫ В г.п. ЦЗЕШЭН ПРИ г. ШАНЬВЭЙ

На основе исследования нематериального культурного наследия города Шаньвэй и текущей ситуации с глиняными скульптурами в городском посёлке Цзешэн, при городе Шаньвэй, а также через интервью с Чжоу Гуйтуном, наследником глиняных скульптур Цзешэн в пятом поколении, были изучены характеристики глиняных скульптур Цзешэн в городе Шаньвэй. В этой статье в основном объясняется культурная природа глиняной скульптуры Цзешэн с трех аспектов: материалы, производственные навыки и образ. Наследники глиняной скульптуры г.п. Цзешэн при г. Шаньвэй продолжают изучать идею развития брендинга глиняных скульптур, принося пользу местной культурной экономике.

Ключевые слова: Цзешэн; глина; культура; наследство.

Образец цитирования: Лю Хэйцзюнь. О культурном характере глиняной скульптуры в г. п. Цзешэн при г. Шаньвэй / Лю Хэйцзюнь, Май Юйлинь, Линь Силэй // София: электрон. науч.-просветит. журн. – 2025. – № 1. – С. 94–101.

Авторы:

[1] **Лю Хэйцзюнь** – кандидат наук Института изящных искусств, Ханьшаньский педагогический университет, направление исследований: теория искусства и дизайн.

1069923996@qq.com

Authors:

Liu Huijun – Ph. D., Institute of Fine Arts, Hanshan Normal University, research direction: art theory and design.

[2] **Май Юлинь** – Ханьшаньский педагогический университет, 521041, направление исследований: экологический художественный дизайн.

2891149336@qq.com

Mai Yulin – Hanshan Normal University, 521041, research direction: environmental art design.

[3] **Линь Силэй** – институт литературы и журналистики, Ханьшаньский педагогический университет, 521041; направление исследований: язык и искусство.

2045260974@qq.com

Lin Xilei – School of Literature and Journalism, China Hanshan Normal University, 521041, research direction: language and art.

Located in a coastal area deeply influenced by maritime culture, Jiesheng Town in Shanwei City, a historic cultural town with over 600 years of history, has preserved many precious folk arts. Mr. Zhou Zhongfu and Mr. Zhou Guitong are outstanding representatives of clay sculpture in Jiesheng Town. In 2012, the clay sculpture of Jiesheng Town in Shanwei City was listed in the fourth batch of provincial intangible cultural heritage in Guangdong Province,becoming a typical representative of traditional handicrafts, further affirming its cultural value and artistic charm. The clay sculpture of Jiesheng Town is closely intertwined with local folklore, beliefs, aesthetics, and social life, serving as an important carrier for inheriting and showcasing regional culture [1]. The cultural value of Jiesheng clay sculpture

is multifaceted and layered. It is not only a crystallization of the local natural environment and culture history but also a reflection of the wisdom and craftsmanship of folk artists.

1. Material of Jiesheng Clay Sculpture

The soil in Jiesheng Town is non-sticky, possibly containing certain minerals or saline-alkali properties, with good quality and unique types. Using the local "Wujin" soil, the craftsmanship is often publicly displayed with low technical barriers but high demands on the artist's skill and experience. The primary material used in Jiesheng clay sculpture is a unique local clay, known for its fine texture, strong adhesion, and high plasticity. This clay is closely related to the local geographical environment, having undergone long-term weathering and sedimentation to form a high-quality resource suitable for clay sculpture. After obtaining the clay, the artists are going to screen, sun-dry, and pound it for the impurity removal, humidity adjustment, and uniform clay through beating. These seemingly simple steps reflect the artists' deep understanding of material properties and respect for the natural environment. Additionally, during the sculpting process, the artists incorporate auxiliary materials such as straw and cotton fibers to enhance the sculpture's toughness and strength, preventing cracking or deformation during drying and firing. This careful selection of materials demonstrates the artists' profound knowledge and skillful use of local natural resources. In traditional views, clay sculpture requires meticulous material handling with each step carrying the craftsmanship and cultural spirit passed down by ancestors. For auxiliary materials like straw and cotton, the artists will cut or knead them into suitable lengths and shapes before mixing them with clay. This mixing process requires precise proportions and skilled techniques, symbolizing the fusion and coexistence of different elements and reflecting the cultural concept of harmonious coexistence between humans and nature, much like the blending of diverse local cultures in folk art.

The exterior paint of Jiesheng clay sculpture is an important component, serving both as an aesthetic enhancement and a means to extend the sculpture's lifespan, lasting it durable for centuries. Traditionally, mineral-based paints were used, but since the reform and opening-up, factory-produced chemical paints have become more common. Through the use of color materials, Jiesheng clay sculpture conveys the people's aspirations for a better life and their reverence for traditional cultural values. Since the sculptural materials themselves are highly expressive, the artists use the plasticity of clay to create various figures, animals, and folk scenes. For example, when depicting traditional farming culture, they sculpt hard-working farmers and farming tools like oxen and plows, vividly reflecting local production methods and agricultural traditions. Additionally, the figures from myths and folk tales, such as the Eight Immortals Crossing the Sea and Nezha's Triumph Against Dragon King, are represented through clay sculpture. These works are not only artistic creations but also direct expressions of folk cultural beliefs and spiritual pursuits, allowing traditional culture to be inherited and promoted through material forms. Traditional Chinese culture is a complex system formed by the convergence of various cultural forms, embodying a "pluralistic unity" composed of numerous elements [2] 285. As a local social ideology, Jiesheng clay sculpture is rooted in the customs and sentiments of the local society. Materials sourced from nature are integral to clay sculpture art, while the materials, techniques, and aesthetics inevitably evolve with societal development. The comprehensive application of different historical and cultural elements in clay sculpture materials expresses the metaphorical connotations of the works, making them microcosmic carriers of regional cultural integration.

In the inheritance process of Jiesheng clay sculpture, the cultural significance of materials remains a core aspect. Through oral and hands-on teaching, veteran artists pass down material selection standards, processing techniques, and the cultural meanings embedded within them to the younger generation. Young artists not only master the craftsmanship but also deeply understand the cultural connotations behind the materials, ensuring the continuation of cultural genes in Jiesheng clay sculpture. For example, in some family-run clay sculpture workshops, new generations of artists still follow the material formulas and techniques passed down by their predecessors, maintaining the authenticity and continuity of the material culture in clay sculpture. With the progress of time and society, Jiesheng clay sculpture continues its innovation. Therefore, the materials have seen new developments. On one hand, modern materials such as eco-friendly paints and new clay additives have been introduced, expanding the possibilities for clay sculpture creation without compromising the traditional cultural essence of the materials. For instance, the use of new paints has made the colors of clay sculptures more vibrant and durable, broadening the expressive range of the works. On the other hand, the application scenarios of clay sculptures have expanded from traditional folk rituals and decorations to modern tourism souvenirs and cultural creative products. In these new contexts, the material culture of Jiesheng clay sculpture is presented to the public in new forms, such as stationery and home decor designed with clay sculpture elements, allowing more people to appreciate and experience its unique cultural charm.

2. Craftsmanship of Jiesheng Clay Sculpture

The cultural symbolism of material processing in the works, along with its close connection to regional culture and its manifestation in inheritance and development, fully demonstrates the rich cultural connotations embedded in the materials of Jiesheng clay sculpture. Although Jiesheng clay sculpture is known for its exquisite craftsmanship without technical restriction, it demands high levels of experience and sculpting ability from the artisans, which can be summarized as “three-parts sculpting, seven-parts coloring.” The folk artists integrate contemporary cultural elements, evolving from simple figurine molding to creating statues of characters from operas and myths, reflecting their innovative spirit and artistic pursuit. To prevent cracking during the drying process, the artisans will add plant ash and fine sand to the clay to enhance structural stability. The production process of Jiesheng clay sculpture involves steps such as soil selection, mold-making, shaping, drying, and painting, with each step showcasing the artisans' dedication and meticulous craftsmanship [3].

During the sculpting process, the quality of the clay directly affects the final outcome. The saline-alkaline nature of Jiesheng soil makes it less sticky, so the local “Wujin” soil, known for its good plasticity and breathability, is predominantly used. The production process is as follows: after sun-drying, crushing, sieving with iron wire mesh, and soaking in water to remove impurities and improve the uniformity and plasticity of clay, the folk artists obtain the materials for making clay sculptures with fine sand and cotton added in proportion to enhance its extensibility. During shaping, the artisans use their techniques like hooking, picking, smearing, and kneading to form the basic structure, followed by detailing each part. The entire process relies on manual skills, with self-made tools used for hard-to-reach areas.

Table 1

Name of clay sculpture images	***Site of clay collection***	***Method of clay processing***	***Cultural metaphor of clay processing method***	***Function of clay processing method***
Sacrificial deity clay sculptures	Red Clay from Feng Mountain, Shanwei City	Clay stored in sealed environment for three years	Clay accumulates essence of heaven and earth	To eliminate organisms in clay
Toy clay sculptures	Riverbank soil from Jiesheng Town	Immediate processing and utilization	Accessible to all preferences	Mass production of clay sculpture toys
Architectural component clay sculptures	Mixed sand from coastal areas	Traditional rammed construction	Nature-tempered sand brings good fortune	To enhance durability of vernacular architecture

The cultural significance of clay sculpture materials and techniques stems from deep-seated traditional beliefs, as shown in *Table 1*. The belief in clay idols provides spiritual comfort and support, helping people maintain an optimistic, upright, resilient, and steadfast mindset in the face of difficulties and challenges. In the religious belief system of Shanwei City, the faith in Mazu (the Goddess of the Sea) is deeply rooted in people's hearts. During major festival temple fairs, the clay statue of Mazu becomes the focal point of worship, and the statue of Guan Yu in the Guan Di Temple is highly revered [4]. During the sacrificial rituals, the clay statue of Guan Yu embodies loyalty, wealth, and safety in people's minds. Therefore, from a deeper perspective, these Jiesheng clay sculptures reflect the spiritual pursuits of the local people.

3. The Imagery of Jiesheng Clay Sculptures

Jiesheng Town in Shanwei has developed a unique clay sculpture art over the years. This art form has evolved alongside local religious beliefs, folk activities, and daily life. The imagery of these clay sculptures is not only an artistic expression but also a vivid representation of the region's historical culture, social life, and aesthetic values, holding significant cultural and research value. The clay sculpture imagery of Jiesheng Town continuously integrates Central Plains Culture with local maritime culture, resulting in a more diverse range of cultural themes. These images include heroic figures from historical stories, mythical characters from legends, such as Guan Gong, as well as household items like tea bowls and cups. The stylistic evolution has shifted from simple and rustic to intricate and delicate, while retaining an exaggerated flair, vividly showcasing the unique cultural connotations and aesthetic pursuits of the Shanwei region. These sculptures have become a living vehicle for the transmission of regional culture. In people's cognitive world, the phenomenon of beauty gradually forms a consensus of imagery, which, in the context of clay sculptures,

manifests as expressive and abstract forms. Through this expressive abstraction, vague concepts are transformed into definitive spiritual norms. "Imagery is a 'mental image' formed through the classification of the shapes and features of objects, a mental image imbued with emotional and intentional direction [5] (53–54)." Thus, the charm of clay sculpture art lies in the process of reinventing imagery. New forms of clay sculptures depend on the environment in which folk artists operate, and artistic innovation may lean toward tradition or embrace various stylistic transformations. Artistic innovation is always a realm of possibilities.

Furthermore, the colors used in Jiesheng Town clay sculptures serve as an important artistic language, making the sculptures vibrant and rich in hue. The pigments are commonly used including red, yellow, blue, green, white, black and so on. These colors are not chosen merely for aesthetic appeal but also for their specific cultural meanings. Red is often used to depict clothing, flowers, and important decorative elements, symbolizing aspirations for a better life and blessings. Yellow is frequently used for statues of deities or figures of high status, reflecting reverence for divinity and authority. Blue may be used to depict skies, oceans, or mystical backgrounds, creating an ethereal and fantastical atmosphere. Green often appears in scenes of plants and rural landscapes, representing the vitality of nature. White symbolizes purity and innocence, while black conveys depth and solemnity. The interplay of these colors enriches the harmony of the artwork and embodies the philosophical concept of balancing yin and yang, as well as the unity of opposites.

The process of creating clay sculptures is not only a demonstration of folk techniques but also a transmission of culture and emotion. Each folk artist infuses their experiences, insights, and innovations into their work, giving each sculpture a unique soul. Influenced by religion, coastal regions have seen the emergence of clay sculptures depicting deities and figures from Taoism, Buddhism and literal novels. The imagery often leans toward mythological and traditional stories, with figures like Mazu being particularly prevalent [6]. These clay sculptures are solemn and dignified, embodying the religious prayers and reverence of the people. At the same time, due to the prevalence of Temple Fair Culture, small clay figurines, known as "Tugongzai", are widely popular. These figurines, with their simple and endearing forms, often depict folk legends and everyday scenes, such as the "fisherwoman", reflecting strong folk customs and the essence of daily life. They have become a part of people's entertainment and carry auspicious meanings.

In the history of clay sculpture, the heir Zhou Zhongfu stands out as a representative figure. With over four decades of experience, he has boldly innovated while preserving traditional techniques. His Mazu statues retain the goddess' traditional benevolent and dignified image but innovative details in clothing textures and dynamic postures, enhancing their artistic appeal. These works are collected and displayed in many important temples in Shanwei. Additionally, Zhou Guitong has actively engaged in clay sculpture education, offering courses in local schools and nurturing generations of young clay sculpture enthusiasts, injecting fresh vitality into the continuation of Jiesheng clay art. Mr. Zhou Guitong believes that Jiesheng clay sculptures belong not only to the inheritors but also to the people. The transmission and development of Jiesheng clay sculpture techniques largely rely on family and master-apprentice traditions.

The diverse themes of Jiesheng clay sculptures disseminate folk culture, making traditional opera, legends, and mythological stories accessible to all through vivid and expressive forms. These sculptures reflect people's lifestyles and aesthetic values. In our view, the vitality of clay sculptures shifts with the properties of the materials. The meaning of clay

sculpture imagery continuously extends and transforms into the material's symbolism, as well as the traditional beauty and morality it conveys. "New meanings emerge through artistic and religious activities, and only through specific artistic or religious creations can such meanings arise [7] (188)." The art of Jiesheng clay sculpture gains broader recognition through the effective economic activities of folk artists. The audiences can appreciate the significance of clay sculptures at any time or place.

In the Hailufeng region, traditional temple fairs serve as gathering points for folk beliefs and cultural practices. The traditional beliefs, morals, and concepts embodied in clay sculptures are widely disseminated through these fairs. Notable temple fairs include those at Xuanwu Mountain, Fengshan Mazu Temple, and Lianhuashan Jiming Temple, which have a profound local influence. In addition to their religious and cultural roles, Jiesheng clay sculptures also serve practical purposes, such as children's toys. The "Tugongzai" figurines, with their lively forms and rich symbolism, convey folk wisdom and emotions. In some Shanwei households, Jiesheng clay sculptures are purchased as decorative items. These sculptures come in various forms, such as the character "Fu" (fortune), the twelve zodiac animals, lions, lotus lanterns, ancestral statues for family shrines, and statues of the Earth God and Goddess in local temples. These realistic and solemn statues reflect descendants' respect and remembrance of their ancestors. During the sacrifice rituals, offerings are placed before the statues, and incense is burned to pray for blessings. From a cultural perspective, these Jiesheng clay sculptures carry rich folk culture and traditional values. Using famous landmarks, traditional folk deities, and Buddhist figures as themes, and employing folk artistic techniques, they embody the wish to "abandon evil and promote good," directly manifesting in physical forms and becoming shared symbols of faith in people's hearts.

Conclusion

The unique geographical location and historical development of Jiesheng Town have given rise to a rich and diverse regional culture. Local maritime culture, agricultural practices, and religious beliefs have all left profound imprints on the materials, techniques, and imagery of clay sculptures. Jiesheng clay sculptures continuously absorb the essence of other art forms, gradually enriching and refining their techniques and expressions. However, the traditional materials, craftsmanship, and cultural connotations have always been preserved and passed down, serving as an important cultural bridge connecting the past and the present. Through interviews, it was learned that inheritors of Jiesheng clay sculpture have made significant efforts in preserving and developing this art form. Through research projects, the inheritors like Zhou Guitong have been promoting the creative transformation and innovative development of local traditional culture. The methods are as follows:

1. Digital Design and Online Marketing: The use of e-commerce platforms has effectively expanded sales channels and increased market reach for intangible cultural heritage products like Jiesheng clay sculptures.
2. Synergistic Development of Urban Culture and Creative Industries: The integration of cultural and creative industries with urban development drives economic growth and builds new city brands.
3. Creation of a New Cultural Tourism Image for Shanwei: Artists are crafting a new cultural tourism identity for Shanwei, establishing a competitive "culture+" brand.

4. Rural Revitalization and Cultural Confidence: In the implementation of rural revitalization strategies, the coordinated development of rural revitalization, cultural confidence, and city branding is emphasized.

In the realm of modern art, Jiesheng clay sculptures are no longer confined to traditional folk art but are recognized as a unique artistic expression in Shanwei City and its surrounding towns. The preservation and development of Jiesheng clay sculptures contribute to strengthening local cultural identity and promoting the growth of the local cultural economy.

REFERENCES

1. "A peculiar fingertip art in Shanwei" (November 3, 2021). Cultural Tourism News – Shanwei Municipal People's Government Portal. Retrieved from https://www.shanwei.gov.cn/shanwei/swly/lyzs/content/post_772992.html.

2. *Dai Kangsheng & Peng Yao* (eds.). (2000). Religious Sociology. Beijing: Social Sciences Academic Press. 285 p.

3. "Provincial Intangible Cultural Heritage: Jieshi Wheat Straw Painting, Jiesheng Clay Sculpture, and Facial Makeup Drawing: (January 13, 2025). Shanwei Municipal People's Government. Retrieved from https://www.shanwei.gov.cn/slhwz/zjsw/content/post_1114900.html.

4. *Zhou Guizhou & Zhou Guitong*. Zhou Zhongfu Art Collection. Jiesheng Clay Sculpture Studio, 80 p.

5. *Qiu Zihua*. (2017). Oriental Art Philosophy. Wuhan: Wuhan University Press, pp. 53–54.

6. "Guangdong Provincial Cultural Center Intangible Cultural Heritage Center – Clay Sculpture (Jiesheng Clay Sculpture)". (June 25, 2023). Retrieved from http://www.gdsqyg.com/agdfyzg/mingluinfo?mlproid=2018012968493121.

7. *Martland, T. R.* (1992). Religious Art Theory. (Trans. Li Jun & Zhang Zong). Beijing: China Today Press, 188 p.

СОДЕРЖАНИЕ

Физическая культура и здоровье

Кострыкина Е. Е.
Влияние сна на физическое состояние человека и последствия его недостатка..... 3

Микитченко Н. В.
Влияние электронных сигарет на физическое состояние человека и последствия длительного курения..... 8

Пехота Е. И.
Модели долгосрочного спортивного развития молодежи..... 13

Психология

Алексеева Е. А., Фофанова Г. А.
Временная перспектива как проблемное поле психологии: обзор классических и современных исследований..... 20

Естественные науки

Бондарева К. С., Веремеенко Е. Г.
Биоинформатический анализ мутации белка *HrpA* бактерий *Pseudomonas chlororaphis* subsp. *aurantiaca B-162/2*..... 29

Ласточкина С. И.
Формы славянских фамилий, их географические корни и распространение..... 32

Congchun Chen, Yu-qin Long, Zhihong Shi, Jiarong Zhao
Finite Element Analysis of the Axial Compression Performance of 3D-printed Ultra-High Performance Concrete and Cast-in-Place Concrete Composite Short Columns..... 40

Wang Hui, Qin Xin Rui, Xu Siyan, Gu Minmin, Siyamak Shahab, Ye Meng
Study on the Sensitivity of Microorganisms to Antibiotics of Various Classes..... 54

Xiangpu Li, Bulygo A., Charkas D., Verameyenka K.
Obtaining Primary Cell Cultures and Developing Primers for Analysing the Biological Effects of Phenazines..... 66

Экономические науки

Li Shitong, Zou Xinlu
Innovative Research on the Health Monitoring System Based on China's Aging Population 73

Ma Xinyu, Wang Yuan
Bottlenecks in China's Economic Growth: Analyzing the Possibility of the Middle-Income Trap 83

Искусствоведение

Liu Huijun, Mai Yulin, Lin Xilei
On the Cultural Significance of Jiesheng Clay Sculpture in Shanwei City 94