

ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ

DOI: <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-5-311-317>

УДК 613.98; 612.67/.68

© Коллектив авторов, 2020

Донцов В.И.¹, Ермакова Н.А.², Какорина Е.П.², Крутько В.Н.^{1,2}, Кузнецов П.П.³**Оценка процессов старения в индивидуальной динамике показателей здоровья и трудоспособности**¹ФГБНУ «Федеральный исследовательский центр «Информатика и управление» РАН, ул. Вавилова, 44/2, Москва, Россия, 119333;²ФГАОУ ВО «Первый Московский государственный медицинский университет имени И.М. Сеченова» Минздрава России, ул. Трубецкая, 8/2, Москва, Россия, 119991;³ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», пр-т Буденного, 31, Москва, Россия, 105275

Целью обзора является выявление влияний процессов естественного старения и сопровождающих его возрастных заболеваний на личностный трудовой потенциал человека в современных условиях социально-экономического развития. Личностный трудовой потенциал подвержен процессам естественного биологического старения. Улучшение условий жизни и успехи здравоохранения ведут к увеличению доли пожилых в структуре населения, однако эти же процессы могут снижать скорость индивидуального старения, риски ассоциированных с возрастом заболеваний и смерти. Процесс старения снижает общую жизнеспособность, что сопровождается повышением рисков возрастных хронических заболеваний. Для этих заболеваний следует оценивать персональные уровни рисков и своевременно проводить профилактические мероприятия. Существуют маркеры риска для различных заболеваний, частота которых увеличивается с возрастом, а также маркеры повышения общей смертности. Оценка индивидуального старения производится по показателям биологического возраста, которые следует учитывать для оценки личностного трудового потенциала.

Ключевые слова: трудовой потенциал; старение; риски возрастных заболеваний; трудоспособность; биологический возраст

Для цитирования: Донцов В.И., Ермакова Н.А., Какорина Е.П., Крутько В.Н., Кузнецов П.П. Оценка процессов старения в индивидуальной динамике показателей здоровья и трудоспособности. *Мед. труда и пром. экол.* 2020; 60 (5). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-5-311-317>

Для корреспонденции: Донцов Виталий Иванович, вед. науч. сотр. отдела «Системный анализ и информационные технологии в медицине и экологии» ФИЦ «Информатика и управление» РАН, д-р мед. наук. E-mail: dontsovvi@mail.ru

Финансирование. Исследование выполнено при частичной финансовой поддержке РФФИ — грант № 19-29-01046.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Дата поступления: 05.02.2020 / Дата принятия к печати: 22.04.2020 / Дата публикации: 18.05.2020

Vitaliy I. Dontsov¹, Nina A. Yermakova², Ekaterina P. Kakorina², Vyacheslav N. Krut'ko^{1,2}, Petr P. Kuznetsov³**Assessment of aging processes in individual dynamics of health and work capacity indicators**¹Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, 44/2, Vavilova str., Moscow, Russia, 119333;²I.M. Sechenov First Moscow State Medical University, 8/2, Trubetskaya str., Moscow, Russia, 119991;³Federal State Budgetary Scientific Institution Izmerov Research Institute of Occupational Health, 31, Budennogo Ave., Moscow, Russia, 105275

The purpose of the review is to identify the effects of natural aging processes and accompanying age-related diseases on the personal labor potential of a person in modern conditions of socio-economic development.

Personal labor potential is subject to the processes of natural biological aging. Improvements in living conditions and advances in health care lead to an increase in the proportion of the elderly in the population structure, but these same processes can reduce the rate of individual aging, the risks of age-related diseases and death. The aging process reduces overall viability, which is accompanied by an increased risk of age-related chronic diseases. For these diseases, personal risk levels should be assessed, and preventive measures should be taken in a timely manner. There are risk markers for various diseases that increase in frequency with age, as well as markers of increased overall mortality. The assessment of individual aging is based on indicators of biological age, which should be considered to assess personal labor potential.

Keywords: labor potential; aging; risks of age-related diseases; working capacity; biological age

For citation: Dontsov V.I., Ermakova N.A., Kakorina E.P., Krut'ko V.N., Kuznetsov P.P. Assessment of aging processes in individual dynamics of health and work capacity indicators. *Med. truda i prom. ekol.* 2020; 60 (5). <http://dx.doi.org/10.31089/1026-9428-2020-60-5-311-317>

For correspondence: Vitaliy I. Dontsov, leading researcher of department “System analysis and information technologies in medicine and ecology” of the Federal Research Center “Computer Science and Control” of Russian Academy of Sciences, Dr. of Sci. (Med.). E-mail: dontsovvi@mail.ru

ORCID: Krut'ko V.N. 0000-0002-2779-8775, Dontsov V.I. 0000-0002-2234-4715.

Funding. The study was performed under partial financial support of RFFI — grant № 19-29-01046.

Conflict of interests. The authors declare no conflict of interests.

Received: 05.02.2020 / Accepted: 22.04.2020 / Published: 18.05.2020

Введение. Трудовой потенциал (ТП), в основе которого лежат личные возможности человека — личностный ТП (ЛТП), является основой благополучия и развития страны. В ЛТП входят физиологические, предметно-материальные и социальные ресурсы. Одни виды ресурсов могут компенсировать дефицит других. В данной статье ЛТП рассматривается в рамках «физического» (физиологического) понимания потенциала личности как способности индивидуума к совершению работы.

Целью обзора было выяснение влияний процессов естественного старения и возрастных заболеваний на ЛТП человека в современных условиях социально-экономического развития.

Трудовой потенциал и его физиологическая составляющая. Понятие «трудовой потенциал» возникло в 70–80-е годы XX века в связи с необходимостью эффективного использования возможностей, связанных с личным фактором; ТП — это совокупная общественная способность к труду, потенциальная дееспособность общества, его ресурсы труда [1]. В понятие ТП включают различные составляющие [1,2]: его отождествляют с трудовыми ресурсами (численность трудоспособного населения и его качественные характеристики — пол, возраст, образование, профессиональная подготовка, квалификация и т. д.); рассматривают в терминах политэкономии как элементы производительных сил и производственных отношений; в социальном плане ТП связан со свободой выбора рода занятий и расширением возможностей для раскрытия индивидуальных качеств. Понятия ТП, человеческого потенциала, человеческого капитала взаимодействуют и трансформируются [3], а теории, рассматривающие эти понятия, подвергаются критике и уточнениям [4,5]. Современный анализ ЛТП и связанных понятий основывается на современных

научных методах: системный подход [6], многомерный статистический анализ, факторные модели развития ТП [7], использование информационно-аналитической системы мониторинга ТП территорий в целях регулирования трудового поведения населения [8], использование систем искусственного интеллекта на основе врачебно-цифровой системы для управления человеческим капиталом [9]. Теоретические аспекты оценки ТП являются основой аудита в трудовой сфере [10]. Ключевой задачей управления трудовыми ресурсами становится правильное управление, что включает оценку ТП, планирование процесса организации развития и конечную оценку результатов [11].

Формированию и эффективной реализации ТП страны препятствует ряд причин [8,12], влияющих на сокращение трудоспособного населения: снижение рождаемости и демографическое постарение населения, ухудшение здоровья населения, неэффективное использование ТП и ухудшение качества профессиональной подготовки.

В ТП можно выделить три основные составляющие: психофизиологическую, интеллектуальную и социальную. Анализ литературы показывает, что ЛТП включает внутренние факторы (возможности личности) и внешние (условия их реализации). Физическая (физиологическая) составляющая ЛТП в наиболее общем виде может быть представлена как общая жизнеспособность. Однако жизнеспособность резко снижается с возрастом, что составляет сущность процесса естественного старения [13,14]. Старение является важнейшим фактором, влияющим на все компоненты ЛТП. Особая значимость этого фактора для всех развитых стран обусловлена неуклонно возрастающей в популяции доли лиц старше трудоспособного возраста, что определило необходимость повышения пенсионного возраста; поэтому сохранение трудоспо-

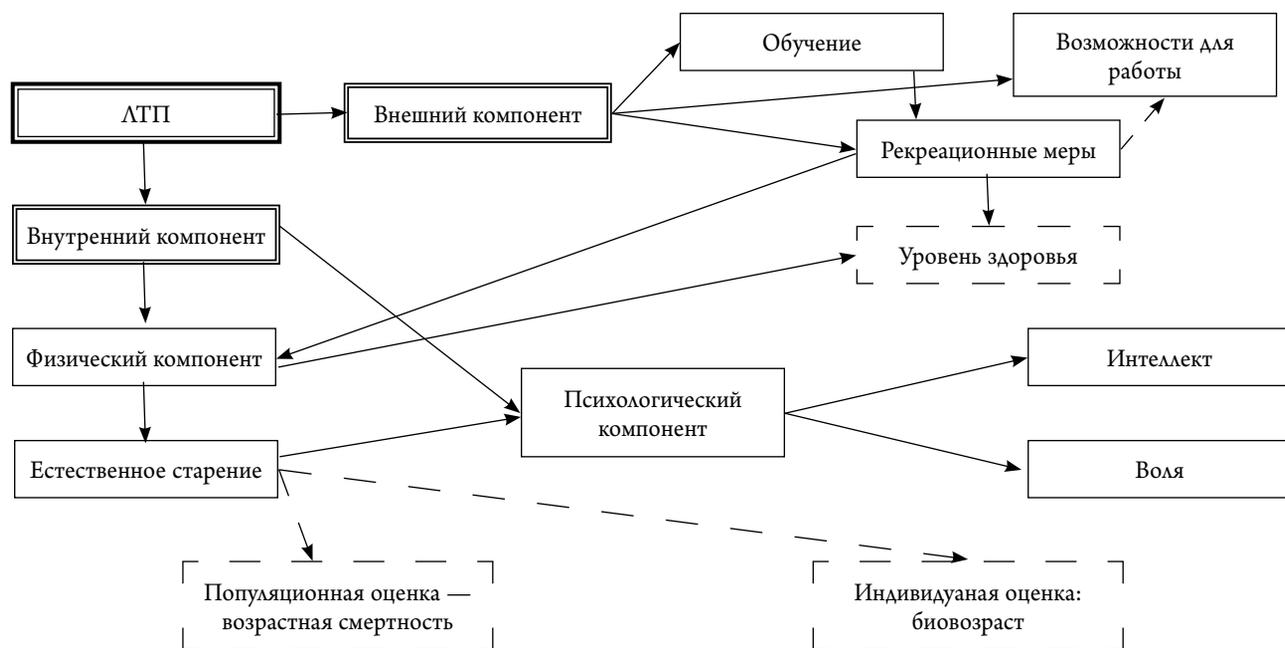


Рисунок. Составляющие личностного трудового потенциала.
Figure. Components of personal labor potential.

способности старшего поколения является одним из приоритетов государственной политики [15–18]. Старение прямо влияет на ЛТП и на уровень здоровья [19–22], так как снижает общую жизнеспособность, объем адаптации, физическую и психическую работоспособность и способствует развитию возраст-зависимых заболеваний; что, наряду с выраженным демографическим постарением населения мира, требует все большего внимания как к самому процессу старения, так и к сопровождающим его возраст-зависимым заболеваниям.

На приведенной схеме, построенной по данным литературы, показано соотношение различных составляющих и место процесса старения в структуре ЛТП (рисунок).

Концептуальная модель старения и его влияние на ЛТП. Старение является универсальным феноменом, сущность которого сводится к снижению общей жизнеспособности. Это определяет как снижение с возрастом физиологических показателей организма, лежащих в основе трудоспособности, так и устойчивости к различным заболеваниям как внешней природы, так и связанных с самим процессом старения. Наиболее интересным является то, что множество частных проявлений старения по единству механизма группируются в конкретные синдромы старения [19]. Это синдромы возрастного склероза, оксидативного стресса, гипоксии и дистрофии тканей, снижения мышечной силы (саркопения), интоксикации, возрастного иммунодефицита, дезадаптации, авитаминоза и мальабсорбции, нарушений эндокринной (прежде всего половой — климакс) системы и нервной регуляции, синдромы изменения высшей нервной деятельности. Улучшение возможностей медицины в лечении основных хронических заболеваний, синдромы которых сходны с синдромами собственно старения, должно отражаться также на скорости самого старения, что и наблюдается при анализе старения популяций методом исследования таблиц дожития [20].

Важнейшими проявлениями влияния старения на ЛТП являются изменения физиологических показателей организма. С возрастом изменяются практически все показатели, например [23]: снижение скорости проведения нервных импульсов — на 15% от уровня, наблюдаемого в 25–30 лет; снижение уровня основного обмена — на 20%; снижение содержания внутриклеточной воды — на 25%; снижение сердечного индекса — на 30–35%; снижение скорости клубочковой фильтрации — на 40–45%; снижение почечного кровотока — на 50–55%; снижение максимальной емкости легких — на 55–60%; снижение скорости кровотока — на 65–70%; снижение числа клеток (в разных органах — на 5–15%); выраженное снижение скорости самообновления органов в результате снижения потенциала клеточного роста (например, в печени движение изотопной метки *in vivo* замедляется в десятки раз). Эти типичные закономерные изменения в организме в результате старения объективно снижают трудовую активность пожилых.

Возрастные патологические изменения, ассоциированные со старением. Ряд возрастных патологий прямо связан с процессами старения. Так, результатом возрастного снижения эстрогенных влияний на организм является развитие ряда патологических изменений, известных как синдром климакса: нейровегетативные проявления, урогенитальные нарушения, явления остеопороза, заболевания сердечно-сосудистой системы и ряд других [24–26]. Различные по степени тяжести проявления климакса встречаются у 40–60% женщин старше 40 лет, у половины отмечается тяжелое течение заболевания и продолжается до 5

лет, что резко снижает общую трудоспособность женщин среднего возраста. Непосредственно с климаксом связан также возрастной остеопороз [27].

Возрастной иммунодефицит представляет собой как механизм, так и проявление старения и ведет к снижению иммунной резистентности [14,19,28]. С возрастом закономерно повышаются аутоиммунные реакции. Закономерно повышается содержание провоспалительных лимфокинов: ИЛ-6 и TNF- α , которые стали называть «лимфокинами старения». Старение самообновляющихся тканей рассматривают как результат регуляторного снижения скорости самообновления соматических тканей в организме со стороны специальных иммунных клеток [14,19] в ходе развития возрастного иммунодефицита.

Эти типичные изменения организма при старении предрасполагают к развитию ассоциированных с возрастом заболеваний.

Повышение риска возрастных заболеваний с возрастом. Развитие климакса прямо ассоциируется с нейровегетативными расстройствами и повышением риска развития сердечно-сосудистых заболеваний (ССЗ) и риска смертности от них [26]. Повышение диастолического артериального давления на 5 мм рт. ст. повышает риск развития инсульта примерно на треть и ишемической болезни сердца на 20%. Маркером риска ССЗ и повышения общей смертности является частота сердечных сокращений (ЧСС). Риск смерти при ЧСС более 75 уд./мин. выше на треть [29]. Другим маркером смертности от ССЗ является уровень калия крови. Выход за пределы 3,5–4,5 ммоль/л, связан с повышенным риском в долгосрочной перспективе [30]. Повышение риска внезапной смерти от ССЗ почти в два раза наблюдается при уровнях интерлейкина-6 крови выше 1,06 пг/мл [31]. Уровень мочевой кислоты более 415 мкмоль/л повышает риск смерти от ССЗ [32]. Повышенная смертность от ССЗ сопровождается повышением воспалительных процессов в целом [33]. С-реактивный белок (СРБ) считают маркером воспаления; его уровень у лиц старше 65 лет прямо коррелирует с вероятностью внезапной сердечной недостаточности. Холестерин и его фракции давно известны как маркеры смертности от ССЗ. Слишком низкий уровень ЛПНП ($\leq 1,8$ ммоль/л) связан с повышенным риском онкологических заболеваний крови и инфекций.

Повышение свертываемости крови, типичное для ССЗ и прежде всего атеросклероза, в частности, повышение уровня тромбоцитов крови, повышает риск развития рака легких и колоректального рака в течение ближайшего года [34]. Возрастной иммунодефицит является важнейшим фактором повышения частоты опухолей с возрастом, однако, повышенные риски развития опухолей связаны также и с другими нарушениями обмена и возрастными патологиями. Структура и локализация опухолей в зависимости от возраста и пола различны. Считают, что до 20% всех случаев опухолей обусловлено хроническими инфекциями с вяло текущим воспалением; при повышенных концентрациях воспалительных цитокинов (прежде всего интерлейкина-6) воспаление становится хроническим, и порочный круг замыкается [35]. Повышенная продукция интерлейкина-6 способствует распространению и метастазированию рака легких и молочной железы [36]. Повышенный уровень инсулина в сочетании с инсулинорезистентностью связан со смертностью от рака независимо от наличия сахарного диабета, имеющегося ожирения и метаболического синдрома [37]. Свободное железо способствует образованию активных форм кис-

лорода и гидроксильных радикалов; концентрация ферритина резко возрастает при инфекциях, воспалительных реакциях или раке.

Ожирение — болезнь современного человека и важная социальная проблема. Повышение индекса массы тела (ИМТ) коррелирует с развитием 17 видов опухолей и повышает риск смерти в полтора раза [38].

Ряд изменяющихся с возрастом показателей коррелируют с повышением смертности от всех причин [39]: понижение уровня АЛТ крови ниже 14–17 Ед/л повышает общую смертность; уровень альбумина ниже 35 г/л выражено повышает общий риск смерти по сравнению с уровнем выше 43 г/л и может влиять на течение многих воспалительных, ишемических и пролиферативных заболеваний; у лиц старше 60 лет с низким риском ССЗ и нормальной работой почек скорость клубочковой фильтрации выше 110 мл/мин/1,73 м² увеличивает риск смерти от всех причин в 4 раза, как и снижении менее 90 мл/мин/1,73 м², повышающее риск смерти на 40%, особенно в сочетании с альбуминурией; снижение содержания витамина В₁₂ и связанное с этим повышение уровня гомоцистеина ведет к ускоренному старению мозга и развитию когнитивных нарушений, в том числе болезни Альцгеймера, ухудшению памяти и психическим расстройствам.

У лиц старше 80 лет при пониженной концентрации тироксина отмечено снижение общей смертности. Метаболит 8-оксо-2-дезоксигуанозин (8-охо-dGn) является маркером повреждения ДНК и окислительного стресса, поскольку гуанин обладает самым низким среди азотистых оснований потенциалом ионизации и наиболее подвержен повреждениям.

Показано, что чем выше уровень фермента, восстанавливающего ДНК, тем больше продолжительность жизни. В возрасте 70–75 лет содержание ферментов репарации PARP1 и PARP2 уменьшается в 2 раза по сравнению с 20–25 годами. На млекопитающих показана прямая корреляция между активностью PARP1 и видовой продолжительностью жизни [40].

Биомаркеры здоровья и старения для оценки трудоспособности. Хорошее здоровье оказывает положительное, значительное и статистически значимое влияние на совокупный выпуск продукции, зачастую более важное, чем опыт работы и уровень образования. Процесс старения и уровень здоровья связаны между собой [19,21,26,27,41,42]. При старении увеличивается как частота хронических заболеваний с выходом на инвалидность, прежде всего за счет сердечно-сосудистых заболеваний, так и текущая заболеваемость; ведущими при оценке числа листов нетрудоспособности на поликлиническом участке являются [43]: болезни органов дыхания — 28,6%, костно-мышечной системы — 16,7%, травмы и отравления — 15,9% и болезни органов кровообращения — 8,1%.

Более быстрое увеличение продолжительности жизни человека может привести к более медленному старению населения [44]. До середины XX века это было связано, прежде всего, со снижением детской смертности, однако, к настоящему времени наблюдается процесс снижения скорости старения, прежде всего в средних возрастах [20]. Сравнение стран по показателям вероятности смерти (q_x) для 50–60-летних [45] и по вероятности дожития до старших возрастов ($p_x = 1 - q_x$) показывает значительное улучшение (в разы) доживаемости для средних возрастов для показателя интенсивности смертности (m_x).

Так как показатели старения средне-старших возрастов различаются для разных стран, то определение индивидуального старения (биологического возраста — БВ) является важным для оценки ЛТП.

Биологический возраст — количественная мера старения, отражающая возрастное снижение жизнеспособности организма, которая складывается из жизнеспособностей (функциональных ресурсов) его частей — органов и систем организма. Эти ресурсы являются одними из наиболее важных биомаркеров (БМ) старения [46].

Любые тестовые панели БМ для определения БВ должны учитывать тип, скорость и профиль старения, интегральную оценку здоровья, физической и психической работоспособности, а также позиции, интересные для конкретного пользователя. Комбинируя БМ, можно создавать практически любые тестовые панели с любыми заданными критериями и доступными методами определения БВ различной сложности при заданных ограничениях на точность оценки, стоимость и трудоемкость практического использования [46].

На БВ влияют процессы роста и развития, его используют для оценки старения населения различных регионов, в спортивной медицине, для оценки развития школьников и как показатель адаптации студентов к обучению [21], как показатель эффективности тренировок в пожилом возрасте [47], для оценки качества жизни в разных возрастах, он является альтернативой методу исследования выживания популяции. Метод определения БВ использовался для оценки ускоренного старения водителей автотранспорта по показателям физической работоспособности [48]; он предложен как показатель уровня здоровья, старения и экологического благополучия человека [49]; значение БВ изменяется в ходе некоторых заболеваний, влияния экологических условий жизни, под влиянием физических нагрузок [50] и диет [51].

Таким образом, показатели БВ следует учитывать для оценки ЛТП.

Заключение. *Личностный трудовой потенциал подвержен процессам естественного биологического старения. Улучшение условий жизни и успехи здравоохранения ведут к увеличению доли пожилых в структуре населения, однако эти же процессы могут снижать скорость индивидуального старения, ассоциированных с возрастом заболеваний и смерти. Процесс старения снижает общую жизнеспособность, что сопровождается повышением рисков возрастных хронических заболеваний. Для этих заболеваний следует оценивать персональные уровни рисков и своевременно проводить профилактические мероприятия. Существуют маркеры риска для различных заболеваний, частота которых увеличивается с возрастом, а также маркеры повышения общей смертности. Оценка индивидуального старения производится по показателям биовозраста, которые следует учитывать для оценки ЛТП.*

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Богомолова Ю.И. Трудовой потенциал как ключевая категория экономики труда: содержание, факторы, функции. *Гуманит. соц-эконом. и общест. науки.* 2018; 12: 219–24.
2. Турдубаев С.К., Кенешбаева З.М., Кадыров Ш.Г. Сущность и содержание понятий трудовой потенциал и трудовые ресурсы. *Соврем. фундамент. и приклад. исслед.* 2019; 1(32): 87–90.
3. Malinin A.M., Andreeva A.D. Regional labour market: transformation of human potential, labour potential and human

capital. *Components of Scientific and Technological Progress*. 2017; 1(31): 30–4.

4. Marginson S. Limitations of human capital theory. *Stud in Higher Ed*. 2019; 44(2): 287–301. DOI: 10.1080/03075079.2017.1359823

5. Corley E.A., Bozeman B., Zhang X., Tsai C.C. The expanded scientific and technical human capital model: the addition of a cultural dimension. *J Technol Transf*. 2019; 44: 681–99. DOI: 10.1007/s10961-017-9611-y

6. Зайцева И.В., Попова М.В., Казначеева О.Х., Тихонов Э.Е. Системный подход как теоретическая основа исследования структуры трудового потенциала. *Фундамент. исслед*. 2015; 5–1: 190–4.

7. Моисеева И.В. Формирование факторной модели развития трудового потенциала региона. *Финанс. экономика*. 2019; 12: 677–80.

8. Попов А.В. Использование информационно-аналитической системы мониторинга трудового потенциала территорий в целях регулирования трудового поведения населения. *Вестник НГУЭУ*. 2016; 1: 189–99.

9. Кузнецов П.П., Чудаков С.Ю., Какорина Е.П., Алмазов А.А. Системы поддержки принятия решений в медицине на основе искусственного интеллекта. *Менеджмент качества в мед*. 2019; 2: 114–8.

10. Кафидов В.В., Ковалева Е.А., Алексеенко В.Б. Теоретические аспекты оценки трудового потенциала как основы аудита в трудовой сфере. *Управ. экономич. сист: элект. науч. журнал*. 2018; 1(107): 28. <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34831097>.

11. Иванова Ю.А. Управление трудовым потенциалом на предприятиях стройиндустрии: методы и оценка трудового потенциала. *Соврем. научн. исслед. и разработ.* 2018; 12(29): 363–6.

12. Данные Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации. <http://www.gks.ru>.

13. Hayflick L. Entropy explains aging, genetic determinism explains longevity, and undefined terminology explains misunderstanding both. *PLoS genet*. 2007; 3: 220–4.

14. Донцов В.И., Крутько В.Н. Старение: системный подход. *Труды ИСА РАН*. 2017; 67(1): 104–12.

15. Какорина Е.П., Никитина С.Ю. Особенности структуры смертности в российской федерации. *Пробл. соц. гиг. здрав. истор. мед*. 2019; 27(5): 822–6.

16. OECD Ageing and Employment Policies. OECD. Available 1.03.2020 at: <http://www.oecd.org/employment/ageingandemploymentpolicies.htm>.

17. Bloom E. D. Demographic Upheaval. *Finance Develop*. 2016; 53(1): 6–11.

18. Барбашова Е.В., Конкин В.А., Шуметов В.Г. Общественное здоровье в оценке качества трудового потенциала: региональный аспект. *Регион. исслед*. 2019; 1(63): 75–85.

19. Krut'ko VN, Dontsov VI, Khalyavkin AV, Markova AN. Natural aging as a sequential poly-systemic syndrome. *Front Biosci (Landmark Ed)*. 2018; 23: 909–20. DOI: 10.2741/4624

20. Донцов В.И. Изменения смертности и скорости старения во второй половине XX столетия в России. *Здравоохран. Рос. Федер.* 2019; 63(1): 42–7. DOI: 10.18821/0044-197X-2019-63-1-42-47

21. Максикова Т.М., Бабанская Е.Б., Калягин А.Н. Оценка состояния здоровья лиц пожилого возраста в условиях центра здоровья. *Профилактик. мед*. 2015; 18(2–2): 70–1.

22. Барбашова Е.В., Конкин В.А., Шуметов В.Г. Общественное здоровье в оценке качества трудового потенциала: региональный аспект. *Регион. исслед*. 2019; 1(63): 75–85.

23. Кишкун А.А. Биологический возраст и старение: возможность определения и коррекции. М.: ГЭОТАР-Медиа; 2008.

24. Юренева С.В., Дубровина А.В. Эволюция целей МГТ. От лечения приливов к новым горизонтам кардиометаболической протекции. *Акушер. и гинекол*. 2018; 6: 18–24.

25. Lisabeth L., Beiser A., Brown D., Murabito J., Kelly Hayes M. Age at natural menopause and risk of ischemic stroke: the Framingham heart study. *Stroke*. 2009; 40: 1044–9.

26. Muka T., Oliver-Williams C., Kunutsor S. Association of age at onset of menopause and time since onset of menopause with cardiovascular outcomes, intermediate vascular traits, and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Cardiol*. 2016; 1: 767–76.

27. Томнюк Н.Д., Спиридонов А.В., Мушин А.М., Данилина Е.П. Остеопороз — болезнь скелета людей пожилого и старческого возраста. *Межд. журнал прикл. и фундамент. исслед*. 2020; 1: 47–51.

28. Weyand C.M., Goronzy J.J. Aging of the immune system. Mechanisms and therapeutic targets. *Annals American Thoracic Society*. 2016; 13: 422–8. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201602-095AW.

29. Hartaigh B.O., Allore H.G., Trentalange M., McAvay G., Pilz S., Dodson J.A. et al. Elevations in time-varying resting heart rate predict subsequent all-cause mortality in older adults. *Eur J Prev Cardiol*. 2015; 22: 527–34. DOI: 10.1177/2047487313519932

30. Chen Z., Huang B., Lu H., Zhao Z., Hui R., Zhang S. et al. The effect of admission serum potassium levels on in-hospital and long-term mortality in type A acute aortic dissection. *Clin Biochem*. 2007; 50: 843–50. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2017.05.008

31. Luna J.M., Moon Y.P., Liu K.M., Spitalnik S., Paik M.C., Cheung K. et al. High-sensitivity c-reactive protein and interleukin-6 — dominant inflammation and ischemic stroke risk: the northern manhattan study. *Stroke*. 2014; 45: 979–87. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.002289

32. Dutta A., Henley W., Pilling L.C., Wallace R.B., Melzer D. Uric acid measurement improves prediction of cardiovascular mortality in later life. *J Am Geriatr Soc*. 2013; 61: 319–26. DOI: 10.1111/jgs.12149

33. Hussein A.A., Gottdiener J.S., Bartz T.M., Sotoodehnia N., DeFilippi C. DeFilippi C. et al. Inflammation and sudden cardiac death in a community-based population of older adults: the cardiovascular health study. *Heart Rhythm*. 2013; 10: 1425–32. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.07.004

34. Bailey S.E.R., Ukoumunne O.C., Shephard E.A., Hamilton W. Clinical relevance of thrombocytosis in primary care: a prospective cohort study of cancer incidence using English electronic medical records and cancer registry data. *Br J Gen Pract*. 2017; 67: e405–13. DOI: 10.3399/bjgp17X691109

35. Kanda Y., Osaki M., Okada F. Chemopreventive strategies for inflammation-related carcinogenesis: current status and future direction. *IJMS*. 2017; 18: 867. DOI: 10.3390/ijms18040867

36. Dehai C., Bo P., Qiang T., Lihua S., Fang L., Shi J. et al. Enhanced invasion of lung adenocarcinoma cells after co-culture with THP-1 — derived macrophages via the induction of EMT by IL-6. 2014. *Immunol Lett*. 2014; 160: 1–10. DOI: 10.1016/j.imlet.2014.03.004

37. Perseghin G., Calori G., Lattuada G., Ragona F., Dugnani E., Garancini M.P. et al. Insulin resistance/hyperinsulinemia and cancer mortality: the Cremona study at the 15th year of follow-up. *Acta Diabetol*. 2012; 49: 421–8. DOI: 10.1007/s00592-011-0361-2

38. Cerhan J.R., Moore S.C., Jacobs F.J., Kitahara C.M., Rosenberg P.S., Adams H.O. et al. A Pooled Analysis of Waist Circumference and Mortality in 650,000 Adults. *Mayo Clin Proc*. 2014; 89: 335–45. DOI: 10.1016/j.mayocp.2013.11.011

39. Батин М., Веремеенко Д. *Диагностика старения: связь биологических параметров с продолжительностью жизни*. Электронное издание. М.: 2018. <https://nestarenie.ru/Diagnostika.pdf>.
40. Grube K., Bürkle A. Poly(ADP-ribose) polymerase activity in mononuclear leukocytes of 13 mammalian species correlates with species-specific life span. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1992; 89(24): 11759–63. DOI: 10.1073/pnas.89.24.11759
41. Бочарова О.Н. Причинно-следственная связь экологически зависимых заболеваний с процессом старения. *Центр. научн. вест.* 2018; 3(1): 8.
42. Мельниченко П.И., Ермакова Н.А., Прохоров Н.И., Матвеев А.А., Кочина Е.В. Биологический возраст как оценка и критерий состояния здоровья студентов. *Здоров. населен. и среда обитан.* 2017; 2(287): 15–7.
43. Посметьева О.С., Зуйкова А.А. Оценка заболеваемости с временной утратой трудоспособности на терапевтическом участке. *Центр. научн. вест.* 2017; 2(20): 9–10.
44. Sanderson W.C., Scherbov S. Faster Increases in Human Life Expectancy Could Lead to Slower Population Aging. *PLoS ONE*. 2015; 10(4): e0121922. DOI: 10.1371/journal.pone.0121922.
45. The Human Mortality Database. Available 1.03.2020 at: <http://www.mortality.org>.
46. Прохоров Н.И., Донцов В.И., Крутько В.Н., Ходыкина Т.М. Биологический возраст как метод оценки уровня здоровья при наличии экологических рисков. *Гиг. и санит.* 2019; 98(7): 761–5. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-7-761-765
47. Демин А.В., Кривецкий В.В., Фесенко В.В. Особенности качества жизни мужчин старших возрастных групп с разными темпами старения. *Фундамент. исслед.* 2012; 72: 296–9.
48. Башкирева А.С. Оценка ускоренного старения водителей автотранспорта на модели биологического возраста по показателям физической работоспособности. *Успехи геронто.* 2012; 25(4): 709–17.
49. Крутько В.Н., Донцов В.И., Захарьяшева О.В., Кузнецов И.А., Мамиконова О.А., Пырву В.В. и др. Биологический возраст как показатель уровня здоровья, старения и экологического благополучия человека. *Авиакосмич. и экологич. мед.* 2014; 48(3): 2–19.
50. Кусякова Р.Ф. Физическая нагрузка и биологический возраст. *Межд. научно-исслед. журнал.* 2016; 8–5(50): 42–4. DOI: 10.18454/IRJ.2016.50.107
51. Артемьева Н.К., Степуренко В.В., Абакумова М.В. Взаимосвязь адекватности питания и параметров биологического возраста спортсменов высокой квалификации. *Ресурсы конкурент. спортсменов: теория и практ. реализации.* 2015; 3: 7–9.
5. Corley E.A., Bozeman B., Zhang X., Tsai C.C. The expanded scientific and technical human capital model: the addition of a cultural dimension. *J Technol Transf.* 2019; 44: 681–99. DOI 10.1007/s10961-017-9611-y
6. Zaitseva I.V., Popova M.V., Kaznacheeva O.Kh., Tikhonov E.E. System approach as a theoretical basis for studying the structure of labor potential. *Fundamental'nye issledovaniya.* 2015; 5–1: 190–4 (in Russian).
7. Moiseeva I.V. Formation of a factor model for the development of the region's labor potential. *Finansovaya jekonomika.* 2019; 12: 677–80 (in Russian).
8. Popov A.V. Using the information and analytical system for monitoring the labor potential of territories in order to regulate the labor behavior of the population. *Vestnik NGUEU.* 2016; 1: 189–99 (in Russian).
9. Kuznetsov P.P., Chudakov S.Yu., Kakorina E.P., Almazov A.A. Decision support Systems in medicine based on artificial intelligence. *Menedzhment kachestva v medicine.* 2019; 2: 114–8 (in Russian).
10. Kafidov V.V., Kovaleva E.A., Alekseenko V.B. Theoretical aspects of labor potential assessment as a basis for audit in the labor sphere. *Upravlenie jekonomicheskimi sistemami: jelektronnyj nauchnyj zhurna.* 2018; 1(107): 28. <https://www.elibrary.ru/contents.asp?id=34831097> (in Russian).
11. Ivanova Yu.A. Labor potential Management at construction industry enterprises: methods and evaluation of labor potential. *Sovremennye nauchnye issledovaniya i razrabotki.* 2018; 12(29): 363–6. (in Russian).
12. Data from the Federal state statistics service of the Russian Federation. <http://www.gks.ru/>
13. Hayflick L. Entropy explains aging, genetic determinism explains longevity, and undefined terminology explains misunderstanding both. *PLoS genet.* 2007; 3: 220–4.
14. Dontsov V.I., Krut'ko V.N. General system theory of aging. *Sistemnyj analiz i upravlenie v biomedicinskih sistemah.* 2012; 4: 657–63 (in Russian).
15. Krut'ko V.N. Medico-demographic problems of Russia: on the way to “health building system”. *Problemy teorii i praktiki upravleniya.* 2017; 1: 26–36 (in Russian).
16. OECD Ageing and Employment Policies. OECD. <http://www.oecd.org/employment/ageingandemploymentpolicies.htm>.
17. Bloom E. D. Demographic Upheaval. *Finance Develop.* 2016; 53(1): 6–11.
18. Barbashova E.V., Konkin V.A., Shemetov V.G. Public health in the assessment of quality of labour potential: a regional perspective. *Regional'nye issledovaniya.* 2019; 1(63): 75–85 (in Russian).
19. Krut'ko V.N., Dontsov V.I., Khalyavkin A.V., Markova A.N. Natural aging as a sequential poly-systemic syndrome. *Front Biosci (Landmark Ed).* 2018; 23: 909–20. DOI: 10.2741/4624
20. Dontsov V.I. Changes of mortality and aging rate in the second half of the twentieth century in Russia. *Zdravoohranenie Rossijskoj Federacii.* 2019; 63(1):42–7 (in Russian).
21. Maksimova T.M., Babanskaya E.B., Kalugin A.N. Assessment of the health status of elderly people in the conditions of the health center. *Profilakticheskaja medicina.* 2015; 18(2–2): 70–1.
22. Barbashov E.V., Konkin V.A., Shemetov V.G. Public health in the assessment of quality of labour potential: a regional perspective. *Regional'nye issledovaniya.* 2019; 1(63): 75–85 (in Russian).
23. Kishkun A.A. *Biologicheskij vozrast i starenie: vozmozhnosti opredeleniya i korrekcii.* M.: GEOATAR-Media; 2008 (in Russian).
24. Yureneva S.V., Dubrovina A.V. The evolution of the MGT objectives. From the treatment of hot flushes to new horizons of cardiometabolic protection. *Akusherstvo i Ginekologiya.* 2018; 6: 18–24 (in Russian).

REFERENCES

1. Bogomolova Yu.I. Labor potential as a key category of labor Economics: content, factors, functions. *Gumanitarnye, social'no-jekonomicheskie i obshchestvennye nauki.* 2018; 12: 219–24 (in Russian).
2. Turdubaev S.K., Kenenbayeva Z.M., Kadyrov Sh.G. The nature and content of the concepts of labour potential and labour resources. *Sovremennye fundamental'nye i prikladnye issledovaniya.* 2019; 1(32): 87–90. (in Russian).
3. Malinin A.M., Andreeva A.D. Regional labour market: transformation of human potential, labour potential and human capital. *Components of Scientific and Technological Progress.* 2017; 1(31): 30–4.
4. Marginson S. Limitations of human capital theory. *Studies in Higher Education.* 2019; 44(2): 287–301. DOI 10.1080/03075079.2017.1359823

25. Lisabeth L., Beiser A., Brown D., Murabito J., KellyHayes M. Age at natural menopause and risk of ischemic stroke: the Framingham heart study. *Stroke*. 2009; 40: 1044–9.
26. Muka T., Oliver-Williams C., Kunutsor S. Association of age at onset of menopause and time since onset of menopause with cardiovascular outcomes, intermediate vascular traits, and all-cause mortality: a systematic review and meta-analysis. *JAMA Cardiol*. 2016; 1: 767–76.
27. Tomnyuk N.D., Spiridonov V.A., Munin M.A., Danilina E.P. Osteoporosis — a disease of the skeleton people of elderly and senile age. *Mezhdunarodnyj zhurnal prikladnyh i fundamental'nyh issledovanij*. 2020; 1: 47–51 (in Russian).
28. Weyand C.M., Goronzy J.J. Aging of the immune system. Mechanisms and therapeutic targets. *Annals American Thoracic Society*. 2016; 13: 422–8. DOI: 10.1513/AnnalsATS.201602-095AW
29. Hartaigh B.O., Allore H.G., Trentalange M., McAvay G., Pilz S., Dodson J.A. et al. Elevations in time-varying resting heart rate predict subsequent all-cause mortality in older adults. *Eur J Prev Cardiol*. 2015; 22: 527–34. DOI: 10.1177/2047487313519932
30. Chen Z., Huang B., Lu H., Zhao Z., Hui R. Zhang S. et al. The effect of admission serum potassium levels on in-hospital and long-term mortality in type A acute aortic dissection. *Clin Biochem*. 2007; 50: 843–50. DOI: 10.1016/j.clinbiochem.2017.05.008
31. Luna J.M., Moon Y.P., Liu K.M., Spitalnik S., Paik M.C., Cheung K. et al. High-sensitivity c-reactive protein and interleukin-6 — dominant inflammation and ischemic stroke risk: the northern Manhattan study. *Stroke*. 2014; 45:979–87. DOI: 10.1161/STROKEAHA.113.002289
32. Dutta A., Henley W., Pilling L.C., Wallace R.B., Melzer D. Uric acid measurement improves prediction of cardiovascular mortality in later life. *J Am Geriatr Soc*. 2013; 61: 319–26. DOI: 10.1111/jgs.12149
33. Hussein A.A., Gottdiener J.S., Bartz T.M., Sotoodehnia N., DeFilippi C., See V. et al. Inflammation and sudden cardiac death in a community-based population of older adults: the cardiovascular health study. *Heart Rhythm*. 2013; 10: 1425–32. DOI: 10.1016/j.hrthm.2013.07.004
34. Bailey S.E.R., Ukoumunne O.C., Shephard E.A., Hamilton W. Clinical relevance of thrombocytosis in primary care: a prospective cohort study of cancer incidence using English electronic medical records and cancer registry data. *Br J Gen Pract*. 2017; 67: e405–13. DOI: 10.3399/bjgp17X691109.
35. Kanda Y., Osaki M., Okada F. Chemopreventive strategies for inflammation-related carcinogenesis: current status and future direction. *IJMS*. 2017; 18: 867. DOI: 10.3390/ijms18040867.
36. Dehai C., Bo P., Qiang T., Lihua S., Fang L. Shi J. et al. Enhanced invasion of lung adenocarcinoma cells after coculture with THP-1 — derived macrophages via the induction of EMT by IL-6. 2014. *Immunol Lett*. 2014; 160: 1–10. DOI: 10.1016/j.imlet.2014.03.004.
37. Perseghin G., Calori G., Lattuada G., Ragogna F., Dugnani E., Garancini M.P. et al. Insulin resistance/hyperinsulinemia and cancer mortality: the Cremona study at the 15th year of follow-up. *Acta Diabetol*. 2012; 49: 421–8. DOI: 10.1007/s00592-011-0361-2.
38. Cerhan J.R., Moore S.C., Jacobs F.J., Kitahara C.M., Rosenberg P.S. Adami H.O. et al. A Pooled Analysis of Waist Circumference and Mortality in 650,000 Adults. *Mayo Clin Proc*. 2014; 89: 335–45. DOI: 10.1016/j.mayocp.2013.11.011.
39. Batin M., Veremeenko D. Diagnosis of aging: the relationship of biological parameters with life expectancy. Electronic edition. Moscow; 2018. <https://nestarenie.ru/Diagnostika.pdf> (in Russian).
40. Grube K., Bürkle A. Poly(ADP-ribose) polymerase activity in mononuclear leukocytes of 13 mammalian species correlates with species-specific life span. *Proc Natl Acad Sci USA*. 1992; 89(24): 11759–63. DOI: 10.1073/pnas.89.24.11759.
41. Bocharova O.N. Causal relationship of environmentally dependent diseases with the aging process. *Central'nyj nauchnyj vestnik*. 2018; 3(1): 8 (in Russian).
42. Melnichenko P.I., Ermakova N.A., Prokhorov N.I., Matveev A.A., Kochina E.V. Biological age as an assessment and criterion of the state of health of students. *Zdorov'e naselenija i sreda obitanija*. 2017; 2(287): 15–7 (in Russian).
43. Posmetieva O.S., Zuikova A.A. Assessment of morbidity with temporary disability at the therapeutic site. *Central'nyj nauchnyj vestnik*. 2017; 2 (20): 9–10 (in Russian).
44. Sanderson W.C., Scherbov S. Faster Increases in Human Life Expectancy Could Lead to Slower Population Aging. *PLoS ONE*. 2015; 10(4): e0121922. DOI: 10.1371/journal.pone.0121922
45. The Human Mortality Database. Available 1.03.2020 at: <http://www.mortality.org>.
46. Prokhorov N.I., Dontsov V.I., Krutko V.N., Khodykina T.M. Biological age as a method of assessing the level of health in the presence of environmental risks. *Gigiena i sanitarija*. 2019; 98(7): 761–5. DOI: 10.18821/0016-9900-2019-98-7-761-765 (in Russian).
47. Djomin A.V., Kriveckij V.V., Fesenko V.V. Features of quality of life of men of older age groups with different rates of aging. *Fundamental'nye issledovanija*. 2012; 72: 296–9. (in Russian).
48. Bashkireva A.S. Assessment of accelerated aging truck drivers on the model of biological age on physical performance indicators. *Uspekhi gerontologii*. 2012; 25(4): 709–17. (in Russian).
49. Krut'ko V.N., Dontsov V.I., Zahar'jashheva O.V., Kuznecov I.A., Mamikonova O.A., Pyrvu V.V. et al. Biological age as an indicator of the level of health, aging, and environmental well-being of the person. *Aviakosmicheskaja i jekologicheskaja medicina*. 2014; 48(3): 2–19 (in Russian).
50. Kusjakova R.F. Physical activity and biological age. *Mezhdunarodnyj nauchno-issledovatel'skij zhurnal*. 2016; 8–5(50): 42–44. DOI: 10.18454/IRJ.2016.50.107 (in Russian).
51. Artem'eva N.K., Stepurenko V.V., Abakumova M.V. The relationship between the adequacy of nutrition and parameters of the biological age of athletes of high qualification. *Resursy konkurentosposobnosti sportsmenov: teorija i praktika realizacii*. 2015; 3:7–9 (in Russian).