

DOI: <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-5-311-317>

УДК 613.6: 612.08

© Сорокин Г.А., Кирьянова М.Н., 2021

Сорокин Г.А., Кирьянова М.Н.

Возрастная динамика работоспособности и риска усталости работников промышленных предприятий, образования и здравоохранения

ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, 4, 2-я Советская ул., Санкт-Петербург, Россия, 191036

Актуальность. Для повышения надежности и точности прогнозирования профессионального риска по данным оценки условий труда необходим учет возраста и состояния здоровья работника. Знания о возрастной динамике работоспособности человека необходимы также для сохранения её долголетия у лиц предпенсионного и пенсионного возраста, у которых продолжительность рабочей недели (ПРН) и интенсивность труда (ИТ) часто становится основным источником риска хронической усталости и связанных с ней заболеваний. Последнее распространено среди работников промышленных предприятий, врачей, учителей.

Цель исследования — изучить возрастную динамику работоспособности и риска производственной усталости работников промышленных предприятий, образования и здравоохранения.

Материалы и методы. Обследовано 6 групп работников. Основные работники крупных заводов: рабочие, занятые физическим трудом регионального типа (ГР 1.1, 1175 человек) и прецизионной работой (ГР 1.2, 708 человек), специалисты и руководители (ГР 1.3, 307 человек); медицинские работники (ГР 2, 1041 человек); преподаватели университета (ГР 3.1, 694 человека); школьные учителя (ГР 3.2, 130 человек). ПРН и ИТ изучались разными методами в зависимости от степени разнообразия содержания трудовых действий в течение рабочего дня и от их варьирования по дням рабочей недели. Методом опроса определялась степень, частота и продолжительность усталости работников.

Результаты. У всех работников заводов в диапазоне возраста 18–49 лет наблюдается монотонный рост риска большой усталости на работе (Рсу), который обусловлен увеличением периода исчезновения усталости и повышенной ИТ. С увеличением возраста работников ГР 1.2 ИТ и ПРН не снижается, однако все показатели физиологической стоимости сохранения уровня производительности труда увеличиваются. У работников ГР 2 и ГР 3.1 величина Рсу в возрастной группе 30–40 лет составляет от 6 до 14%, что в два раза ниже, чем в ГР 1.1 и ГР 1.2. В группе ГР 3.1 ИТ понижена и наблюдается тенденция снижения Рсу вплоть до 70–75 летнего возраста; у 20–35% преподавателей ПРН превышает 50 часов, наибольшая ПРН наблюдается в возрасте 50–60 лет. У работников здравоохранения вероятность превышения ПРН 50 часов кратно понижена, при этом она монотонно снижается с возрастом. У учителей ИТ повышена, возрастной тенденции снижения величины Рсу у них не выявлено. Наибольшая численность сотрудников университета приходится на возрастную группу 60–64 года, а в ГР 1.2 — на возраст 30–34 года.

Выводы. Возрастную динамику работоспособности следует рассматривать как процесс биологического старения организма, скорость которого зависит от психофизиологических требований норм труда и от степени их утомительности. При утомляющем уровне интенсивности труда, когда выполнение норм труда требует от работника скорости и объема сенсомоторных задач, работоспособность существенно снижается с возрастом. При региональном физическом труде без повышенных требований к точности зрительно-двигательных реакций работоспособность снижается в возрасте 51–55 лет до 0,9; в 56–60 лет — до 0,8; в 61–65 лет — до 0,75. При высоких сенсомоторных требованиях работоспособность снижается раньше и существеннее — в возрасте 46–50 лет до 0,7, в 51–55 лет до 0,5, в возрасте более 55 лет способность выполнять нормы труда падает в 2 раза. При неумоляющем труде, когда его результат зависит не от его физиологической интенсивности (плотности и темпа трудовых действий), а от знания и опыта работника, способность человека выполнять нормы труда сохраняется до 75 лет, возрастного декремента работоспособности не наблюдается. Показатель «большая продолжительность рабочего времени за неделю» (long hours) является фактором риска здоровью работников только при сочетании с физиологической интенсивностью труда, вызывающей их усталость в рабочие дни.

Ключевые слова: работоспособность; возрастная динамика; риск усталости; интенсивность труда; продолжительность рабочей недели; работники завода; преподаватели; медицинские работники

Для цитирования: Сорокин Г.А., Кирьянова М.Н. Возрастная динамика работоспособности и риска усталости работников промышленных предприятий, образования и здравоохранения. *Мед. труда и пром. экол.* 2021; 61(5): 311–317. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-5-311-317>

Для корреспонденции: Сорокин Геннадий Александрович, старший научный сотрудник отдела анализа рисков здоровью населения ФБУН «Северо-Западный научный центр гигиены и общественного здоровья» Роспотребнадзора, д-р биол. наук. E-mail: sorgen50@mail.ru

Финансирование. Исследование не имело спонсорской поддержки.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов

Дата поступления: 12.04.2021 / Дата принятия к печати: 09.06.2021 / Дата публикации: 12.07.2021

Gennadiy A. Sorokin, Marina N. Kir'yanova

Age dynamics of working capacity and fatigue risk of employees of industrial enterprises, education, and healthcare

North-West Public Health Research Center, 4, 2nd Sovetskaya str., Saint-Petersburg, Russia, 191036

Introduction. It is necessary to consider the employee's age and health status to increase the reliability and accuracy of predicting occupational risk based on working conditions. Moreover, knowledge about the age dynamics of a person's working capacity is also required to preserve its longevity in pre-retirement and retirement age.

The length of the working week (LWW) and work intensity (WI) often become the primary risk of chronic fatigue and related diseases. The latter is common among employees of industrial enterprises, doctors, teachers.

The study aims to research the age dynamics of working capacity and the risk of industrial fatigue of employees of industrial enterprises, education and healthcare.

Materials and methods. We examined six groups of employees. The central employees of large factories: workers engaged in regional physical labor (GR 1.1, 1175 people) and precision work (GR 1.2, 708 people), specialists, and managers (GR 1.3, 307 people). Medical workers (GR 2, 1041 people). University teachers (GR 3.1, 694 people). School teachers (GR 3.2, 130 people).

Researchers studied groups by different methods, depending on the degree of diversity of the content of labor actions during the working day and their variation by days of the working week. We used the survey method to determine the degree, frequency, and duration of employee fatigue.

Results. All factory workers in the age range of 18–49 years have a monotonous increase in the risk of severe fatigue at work (SFW) due to the rise in fatigue disappearance and increasing the intensity of work (IW). With an increase in the age of employees, GR 1.2 IW and working week duration (WWD) do not decrease, but all indicators of the physiological cost of maintaining the level of labor productivity increase. In workers of GR 2 and GR 3.1, the value of SWF in the age group of 30–40 years is from 6 to 14%, which is two times lower than in GR 1.1 and GR 1.2. In group GR 3.1, there is a lowering of the value of WI. We tend to reduce SFW up to 70–75 years of age; 20–35% of teachers have WWD more than 50 hours. The greatest WWD we observe at the age of 50–60 years. Also, we follow the lowering of WWD in healthcare workers, while it monotonically decreases with age.

Teachers have increased WI, and there is no age-related tendency to decrease the value of SWF in them. The most significant number of university employees falls in the age group of 60–64 years and GR 1.2 — on the age of 30–34 years.

Conclusions. The age dynamics of working capacity we consider as a process of biological aging of the body, the speed of which depends on the psychophysiological requirements of labor standards and the degree of their fatigue. With a tiring level of labor intensity, when the performance of labor standards requires the employee to speed and volume of sensorimotor tasks, performance decreases significantly with age. With regional physical labor without increased requirements for the accuracy of visual-motor reactions, performance decreases at the age of 51–55 years to 0.9; at 56–60 years — to 0.8; in 61–65 years — up to 0.75. With high sensorimotor requirements, performance decreases earlier and more significantly — at the age of 46–50 years to 0.7, at 51–55 years to 0.5, at the age of more than 55 years, the ability to fulfill labor standards decreases two times. With tireless work, when its result depends not on its physiological intensity (density and pace of labor actions), but on the knowledge and experience of the employee, the ability of a person to fulfill labor standards remains up to 75 years, and there is no age decrement of working capacity. Therefore, the indicator "long working hours per week" (extended hours) is a risk factor for employees' health only when combined with the physiological intensity of work that causes their fatigue on working days.

Keywords: working capacity; age dynamics; risk of fatigue; intensity of work; duration of the working week; factory workers; teachers; medical workers

For citation: Sorokin G.A., Kir'yanova M.N. Age dynamics of working capacity and fatigue risk of employees of industrial enterprises, education, and healthcare. *Med. truda i prom ekol.* 2021; 61(5): 311–317. <https://doi.org/10.31089/1026-9428-2021-61-5-311-317>

For correspondence: Gennady A. Sorokin, senior researcher of the Department of Risk Analysis for Public Health, North-Western Scientific Center for Hygiene and Public Health of Rospotrebnadzor, Dr. of Sci. (Biol.). E-mail: sorgen50@mail.ru

Information about the authors: Sorokin G.A. <https://orcid.org/0000-0003-0275-0553>

Kir'yanova M.N. <https://orcid.org/0000-0001-9037-0301>

Funding. The study had no funding.

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

Received: 12.04.2021 / Accepted: 09.06.2021 / Published: 12.07.2021

Актуальность. Несмотря на наличие множества публикаций по вопросам возрастных изменений работоспособности человека, краткий обзор которых приводится в **таблице 1**, остаются недостаточно исследованными количественные закономерности возрастных изменений наиболее интегрального показателя рабочей нагрузки — продолжительности рабочего времени в сочетании с физиологической интенсивностью труда (ИТ) [1]. Актуальность вопроса обосновывается также необходимостью учёта индивидуальных характеристик человека, прежде всего состояния его здоровья, возраста и стажа вредной работы [2], для повышения надёжности и точности оценки профессионального риска по данным аттестации условий труда [3], и тем, что в условиях старения трудоспособного населения России определение физиологически допустимых норм рабочей нагрузки для работников предпенсионного и пенсионного возраста важно для сохранения долголетия их работоспособности; «борьба за увеличение продолжительности жизни без обеспечения здоровой длительности старости теряет смысл» [4].

Установлено, что при требованиях повышения производительности труда рабочая нагрузка часто становится основным источником риска переутомления и профессионального выгорания работников промышленных предприятий, а также врачей, школьных преподавателей [5]. При нормировании труда рабочую нагрузку измеряют с помощью норм затрат времени. Чем более разнообразны содер-

жание, повторяемость и длительность работ, тем чаще рабочая нагрузка оценивается по универсальному одномерному показателю затрат труда — продолжительности рабочей недели (ПРН, часов в неделю). За рубежом большая ПРН часто считается фактором риска, который называют «long hours» («длинные часы») [6]. Однако применение этого фактора риска часто непригодно без учёта интенсивности труда, которая издавна считается неотъемлемым основополагающим параметром рабочей нагрузки. При оптимальных условиях производственной среды оценка практически здоровым работником обычной усталости на работе как «сильная усталость», свидетельствует о превышении интенсивности трудового процесса относительно физиологически безопасного уровня индивидуальной работоспособности. Индивидуальный психофизиологический диапазон среднесменной интенсивности труда, который определяется как отношение производительности труда за рабочий день, вызывающей сильную усталость работника, к максимальной производительности, не вызывающей усталость работника, составляет 1,5 [1]. Анализ публикаций показал, что вопрос о закономерности возрастных изменений наиболее интегральных взаимосвязанных показателей работоспособности человека — ПРН, ИТ и риска производственной усталости не изучен.

Цель исследования — возрастную динамику интегральных показателей работоспособности человека — ПРН, ИТ и риск производственной усталости

Таблица 1 / Table 1

Возрастная динамика интегральных показателей здоровья и работоспособности человека
Age dynamics of integral indicators of human health and performance

Показатели	Возраст						
	25	50	55	60	65	70	75
Риск нетрудоспособности и слабости, %; расчёт по данным [7]	2	5	21	27	37	45	53
Риск хронических болезней, %; расчёт по данным [7]	6	31	39	47	58	67	76
Снижение функциональных возможностей организма, %* при обычном старении; расчёт по [8]	0	12	16	22	28	36	45
Снижение функциональных возможностей организма, % при ускоренном старении; расчёт по [8]	0	19	25	31	40	50	60
Снижение производительности труда, % — при выполнении простых заданий — при выполнении сложных заданий [9]	100 100	100 52	—	100 40	—	74 21	—
Работоспособность** при выполнении физически лёгких особо точных сенсомоторных действий [10]	100	67	55	40	—	—	—
Работоспособность** при выполнении физически лёгких сенсомоторных действий с минимальными требованиями к их точности [11]	100	100	100	100	—	—	—
Интенсивность работы (движений в минуту) [12]	100	—	—	70	—	—	—
Психомоторная деятельность [9]	100	—	70	65	6	55	5
Работоспособность при физическом труде общего характера**, расчёт по данным [13]	100	67	52	—	—	—	—

Примечания: * — 100% функциональные возможности в 25 лет; ** — производительность (ед. работы за ед. времени).

Notes: * — 100% functionality in 25 years; ** — productivity (units of work per unit of time).

работников промышленных предприятий, образования и здравоохранения.

Материалы и методы. В **таблице 2** представлены характеристики и численность обследованных групп работников. На рабочих местах физического труда регионального типа действовали факторы производственной среды с минимальной степенью вредности — 3.1 по [14] (химические вещества в воздухе рабочей зоны). У прочих обследованных работников интенсивность факторов производственной среды была оптимального или допустимого уровня.

Интегральные показатели работоспособности — ПРН и ИТ — изучались разными методами в зависимости от степени разнообразия содержания трудовых действий в течение рабочего дня и от варьирования ИТ по дням рабочей недели. В группах рабочих ГР 1.1 и ГР 1.2 ПРН определялась по данным учета рабочего времени на предприятии; ИТ определялась с помощью системы универсальных нормативов времени на трудовые действия или с помощью детального хронометража с оценкой темпа алгоритмизированной повторяющейся работы. У работников здравоохранения и образования ПРН определялась методом опроса. ИТ определялась, используя данные опроса о степени и частоте обычной усталости на работе, по формуле:

$$\text{ИТ} = 0,65 \times (1 - \text{РДу}) + \text{ИТ}_y \times \text{РДу}$$

где: ИТ=Т×П — интенсивность труда, интегральная оценка среднесменного темпа (Т) и плотности (П) трудовых действий. Т=0,7–1,5; П=0–1,0. Т=1, соответствует физиологически оптимальному уровню темпа. Гигиенически предельно допустимое значение интенсивности труда ИТ_{пд} для физического труда регионального типа составля-

ет 0,75 (группа рабочих ГР 1.1); для зрительно-напряженного прецизионного труда (ГР 1.2) и умственного труда ИТ_{пд}=0,84; 0,5 — значение ИТ, при котором у работника отсутствует усталость, связанная с интенсивностью труда; РДу — доля рабочих дней, при которых наблюдается усталость: РДу=1 при ежедневной усталости; РДу=0,6 — при частой усталости, 2–3 раза в неделю; РДу=0,3 — усталость иногда (несколько раз в месяц); РДу=0,15 — редко; 0 — нет усталости; ИТ_у — физиологическая интенсивность труда при различной степени усталости работника к концу рабочего дня: для физического труда регионального типа ИТ=0,65, когда усталость отсутствует; 0,75 при небольшой усталости; 0,85 и 1,0 при умеренной и большой усталости.

Степень обычной усталости на работе определялась по 4-балльной шкале: 0 — отсутствует; 1 — небольшая; 2 — умеренная; 3 — большая (сильная). Определялась величина периода исчезновения усталости после работы — «часы исчезновения усталости» (ЧИ). Исходя из аппроксимации динамики ЧИ в диапазоне 1–6 часов работников, у которых усталость проходит в день работы, был принят ряд допущений. Когда усталость проходит к утру следующего дня, ЧИ=8 часов. Предполагается, что работнику было бы достаточно для восстановления дополнительно 2-х часов отдыха. Когда усталость проходит в выходные дни — ЧИ=10 часов, когда в отпуске — ЧИ=12 часов. [17]. Работоспособность разных обследованных групп оценивалась по 3-м интегральным показателям — ИТ, продолжительность рабочей недели и риск сильной усталости в рабочие дни (Р_с).

При изучении возрастной динамики работоспособности женщин прецизионного труда (группа ГР 1.2) оценивались также показатели острой и хронической усталости неспецифического, зрительного и двигательного типов

Характеристики обследованных групп работников Characteristics of the surveyed groups of workers

Предприятие, отрасль	Категория работника, профессия	Характер труда	Обозначение группы	Человек в группе	Доля женщин	Диапазон возраста	Средний возраст
Промышленность крупные заводы	Рабочие основных цехов завода	Физический региональный	ГР 1.1.	1175	100%	18–60	35
	- «-	Зрительно-напряженная, прецизионная работа	ГР 1.2.	708	90%	18–59	36
	Специалист, руководитель (бригадир, мастер)	Умственный	ГР 1.3.	307	90%	23–69	38
Здравоохранение	Врач, медсестра	Умственный	ГР 2	1041	79%	22–79	43
Образование	Преподаватель университета	Умственный	ГР 3.1.	694	53%	24–79	48
	Школьный учитель	Умственный	ГР 3.2	130	82%	24–64	37

[15], частота и длительность заболеваемости с временной утратой трудоспособности (ЗВУТ).

Результаты и обсуждение. Рисунок 1 иллюстрирует возрастную динамику риска большой усталости рабочих, цеховых специалистов и руководителей промышленных предприятий — группы ГР 1.1, ГР 1.2 и ГР 1.3.

Видно, что во всех группах работников в диапазоне возраста 18–49 лет наблюдается монотонный рост риска большой усталости на работе, причину которого позволяют выяснить данные об исчезновении усталости, приведенные на рисунке 2. Увеличение периода исчезновения

усталости у всех работников возрастных групп указанного диапазона свидетельствует о замедлении процессов восстановления функций организма после рабочего дня. В возрасте 50–59 лет риск большой усталости в ГР 1.1 снижается, что обусловлено отсевом сильно устающих работников, в т. ч. выходом устающих женщин на пенсию. Так, численность рабочих группы ГР 1.1 в возрасте 50–59 лет сокращается более чем в 4 раза по сравнению с таковой в возрасте 40–49 лет — с 430 до 97 человек. В отличие от ГР 1.1 у рабочих прецизионного труда ГР 1.2 риск

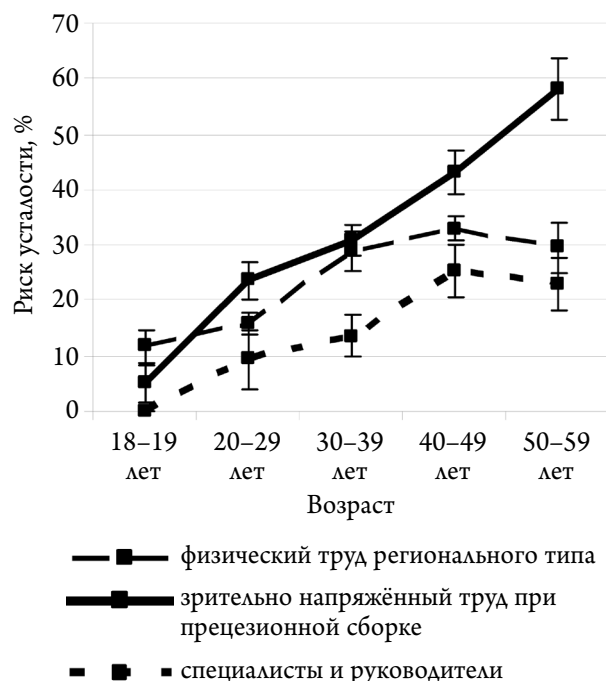


Рис. 1. Возрастная динамика риска большой усталости работников промышленных предприятий (ГР 1.1, ГР 1.2, ГР 1.3)

Fig. 1. Age dynamics of the risk of great fatigue in industrial workers (GR 1.1, GR 1.2, GR 1.3)

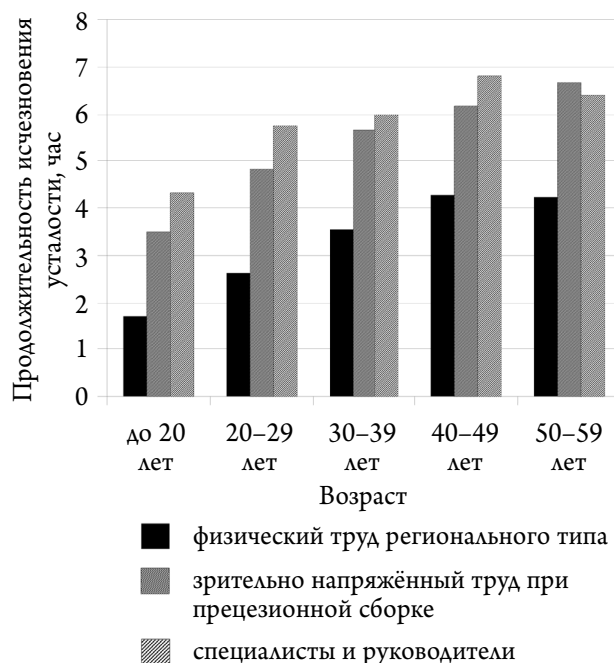


Рис. 2. Продолжительность периода исчезновения усталости у работников основных цехов крупных промышленных предприятий (ГР 1.1, ГР 1.2, ГР 1.3)
Fig. 2. The duration of the period of disappearance of fatigue among workers in the main shops of large industrial enterprises (GR 1.1, GR 1.2, GR 1.3)

сильной усталости продолжает увеличиваться и в возрасте 50–59 лет, хотя сокращение численности этой возрастной группы также большое — в 2 раза, с 153 до 79 человек.

Изучение темпа сложных сенсомоторных действий: (касания щупом диаметром 0,2 мм контакта диаметром 0,25 мм) работниц прецизионного труда показало, что в возрасте 50–59 лет прецизионная работоспособность снижается более чем на 40%. Такое большое снижение работоспособности не может компенсироваться увольнением сильно устающих 50-летних работниц. Установлено достоверное увеличение скорости прецизионной работы в возрасте 26–30 лет. Представляется, что это увеличение обусловлено отсевом в начальный период стажа работниц в возрасте 20–25 лет с более низкой прецизионной работоспособностью, у которых, как показали наши исследования, при выполнении норм выработки возникает синдром острого нервно-психического переутомления.

В группах рабочих риск большой усталости в 1,5–2 раза выше, чем в группе специалистов и руководителей, что обусловлено повышенной интенсивностью труда рабочих в основных цехах промышленного предприятия. У рабочих физического труда регионального типа ГР 1.1 среднесменный уровень физиологической интенсивности труда на 5–10% превышал предельно допустимый уровень ($ИТ_{пду}=0,75$), а у рабочих прецизионного труда ГР 1.2 уровень ИТ был близким к предельно допустимому ($ИТ_{пду}=0,84$). В **таблице 3** представлены данные, характеризующие возрастную динамику показателей работоспособности, острой и хронической усталости и ЗВУТ работниц прецизионного труда. Видно, что в условиях нормирования результатов труда ИТ работниц в возрасте 50–59 лет не снижается, а продолжительность рабочего дня несколько возрастает. Однако все показатели физиологической стоимости удержания производительности труда на том же уровне, как у молодых работниц, увеличиваются с возрастом.

На **рисунке 3** показаны данные о возрастной динамике риска усталости работников образования и здравоохранения, аналогичные представленным на **рисунке 1**. Видно, что динамика риска большой усталости у врачей и медсестёр и у профессорско-преподавательского состава уни-

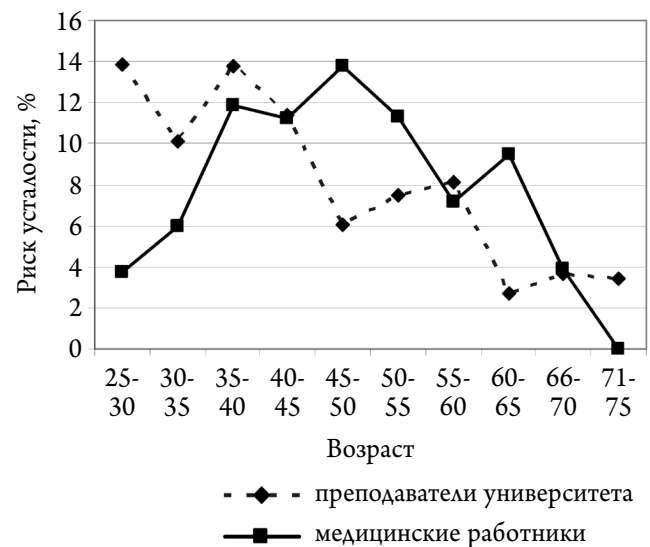


Рис. 3. Возрастная динамика риска большой усталости работников здравоохранения (ГР 2) и образования (ГР 3.1)

Fig. 3. Age-related dynamics of the risk of severe fatigue in healthcare workers (GR 2) and education (GR 3.1)

верситета отличается от таковой у работников промышленных предприятий как по уровню, так и по динамике P_{cy} . Величина риска большой усталости в возрастной группе 30–40 лет у работников ГР 2 и ГР 3.1 составляет от 6 до 14%, что в два раза ниже, чем у рабочих того же возраста.

В более старших возрастных группах различие P_{cy} увеличивается. Возрастная динамика P_{cy} в группах ГР 2 и ГР 3.1 различается. У медицинских работников, как и у работников промпредприятий, P_{cy} повышается с увеличением их возраста до 50 лет, а в группе профессорско-преподавательского состава наблюдается тенденция снижения P_{cy} вплоть до 70–75 летнего возраста работников. На наш взгляд, у врачей и медсестёр увеличение P_{cy} с возрастом до 50 лет обусловлено снижением их работоспособности и накоплением хронической усталости вследствие высокой физиологической интенсивности трудового

Таблица 3 / Table 3

Возрастная динамика показателей работоспособности, острой и хронической усталости и ЗВУТ работниц прецизионного труда (группа ГР 1.2)

Age-related dynamics of indicators of working capacity, acute and chronic fatigue and morbidity with temporary disability of precision labor workers (group GR 1.2)

Показатели	Возрастная группа (лет)			
	20–29	30–39	40–49	50–59
Продолжительность рабочего дня, ПРД, мин	513±6	542±4	550±7	565±11*
Интенсивность труда за смену, ИТ	0,79±0,3	0,80±0,2	0,78±0,2	0,77±0,3
Интенсивность труда за неделю, нормо-часы, час.	7,2±0,3	7,8±0,2	7,6±0,2	7,8±0,3
Риск сильной усталости	26,0±4,4	33,5±3,9	42,8±5,2*	55,4±6,7*
Риск хронической двигательной усталости, %	8±3	16±3	20±4*	21±6*
Риск хронической зрительной усталости, %	7±2	14±3	11±3	25±6*
Риск хронической неспецифической усталости, %	16±3	22±3	30±5	38±6*
Случаев ЗВУТ у работника за 3 года	3,02±0,41	3,27±0,36	3,75±0,38	4,98±0,49*
Дни ЗВУТ работника за три года	25,15±4,19	30,78±3,70	34,70±4,03	53,44±6,37*
Численность группы, человек	165	161	152	138

Примечание: * — статистически достоверное отличие показателя от его значения в возрастной группе 20–29 лет

Note: * — statistically significant difference between the indicator and its value in the age group of 20–29 years

процесса, которая по нашим данным составляет 0,85 от предельно-допустимого уровня [16]. Интенсивность труда университетских работников ГР 3.1, рассчитанная по формуле, на 20–30% меньше $ИТ_{плд}$, что ниже, чем в ГР 2. У школьных учителей ГР 3.2 риск большой усталости таков же, как у рабочих ГР 3.1 и ГР 3.2, и кратно выше, чем в группе ГР 3.1. Величина P_{cy} в группах школьных учителей в возрасте 23–29, 30–39, 40–49, 50–59 лет соответственно составила $38,5 \pm 14,04\%$; $38,5 \pm 6,8\%$; $36,7 \pm 6,9\%$ и $40,2 \pm 4,49\%$. Возрастной тенденции величины P_{cy} у учителей не выявлено.

Противоположность направленности возрастной динамики P_{cy} у рабочих, постоянно занятых интенсивным трудом, и профессорско-преподавательского состава университета (рис. 1, рис. 3) связана с кардинальными различиями в возрастной структуре этих профессиональных групп, которая характеризует степень вредности их условий труда и степень профессионального риска. По [17] степень профессионального риска предлагается оценивать по величине относительной численности работников в профессии или должности с возрастом более 44 лет. Распределение по возрасту характеризует способности человека в разном возрасте выполнять действующие нормы труда. У работников университета наибольшая численность сотрудников приходится на возрастную группу 60–64 года, а у рабочих прецизионного труда на промышленных предприятиях — на группу 30–34 года. 57% преподавателей оценивают степень обычной усталости как умеренную, у 35% преподавателей усталость отсутствует или небольшая. Причём усталость наблюдается только в отдельные рабочие дни: у 47% преподавателей несколько раз в месяц, у 18% — ещё реже.

Представляется, что снижение риска усталости с увеличением возраста сотрудников университета и увеличением доли старших возрастных групп, обусловлены увеличением со стажем знаний и опыта университетских преподавателей, позволяющих экономить их усилия при повышенной продолжительности рабочей недели — $45,2 \pm 0,4$ часа ($std.error=0,4$ часа; $std.deviation=10,6$ часа). У 20–35% преподавателей продолжительность рабочей недели превышает 50 часов, при этом наибольшая ПРН наблюдается в возрасте 50–60 лет. Каждый четвёртый преподаватель с ПРН 46–48 часов отмечает влияние интенсивности труда на его усталость, при ПРН 52–65 часов это отмечает каждый третий преподаватель. В отличие от сотрудников университета у работников здравоохранения вероятность превышения ПРН 50 часов кратно понижена, при этом она монотонно снижается с возрастом.

Данные на рисунке 4 характеризуют психофизиологический диапазон производительности труда, когда она однозначно измеряется и зависит от интенсивности труда и продолжительности рабочего времени, что типично для регионального физического труда работников ГР 1.1. Видно, что работники в возрасте 56–60 лет для достижения 100% уровня производительности 21–25 летних работников должны повышать интенсивность труда до уровня, приводящего к усталости умеренной и большой степени. Работники в возрасте 61–65 лет не могут достичь указанного уровня производительности без большой усталости к концу рабочего дня. Большая усталость на работе является наиболее частой причиной хронического переутомления и связанных с ним заболеваний [18]. Работники в возрасте 66–70 лет не могут достигнуть 100% уровня производительности, несмотря на их усилия.

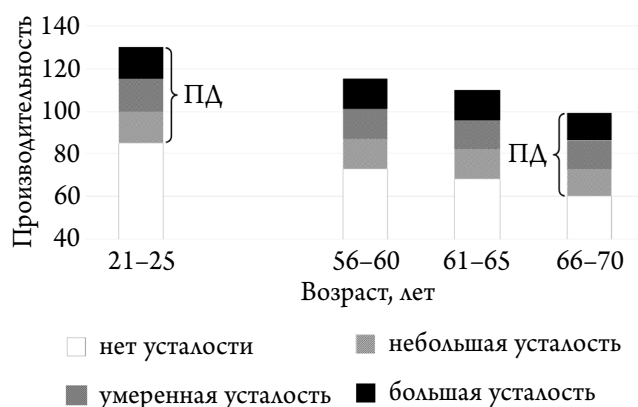


Рис. 4. Психофизиологический диапазон производительности труда (ПА) работников разного возраста при одинаковом содержании трудовых действий

Fig. 4. Psychophysiological range of labor productivity (PP) of workers of different ages with the same content of labor actions

Можно полагать, что при умственном труде возможно работать более 50 часов в неделю без выраженной и частой усталости, как у профессоров и преподавателей университета, при разбивке рабочего времени на 2–3 части, включая работу на дому. Для профилактики профессиональной усталости особенно важна мысль Н.Е. Введенского о роли умелого распределения труда и отдыха, которое позволяет «сохранить на долгие годы, может быть на всю жизнь, умственную работоспособность и общий тонус своей жизнедеятельности» [19].

Выводы:

1. Возрастную динамику работоспособности, определяемую как способность выполнять действующие нормы труда, следует рассматривать как процесс биологического старения организма, скорость которого зависит от психофизиологических требований норм труда и от степени их утомительности, связанной также с условиями производственной среды.

2. При утомляющем уровне интенсивности труда, когда выполнение норм труда требует от работника скорости и объёма сенсомоторных задач, работоспособность существенно снижается с возрастом. При региональном физическом труде без повышенных требований к точности зрительно-двигательных реакций работоспособность снижается в возрасте 51–55 лет до 0,9 относительно её уровня в 20–25 лет; в 56–60 лет — до 0,8; в 61–65 лет — до 0,75. При высоких сенсомоторных требованиях работоспособность снижается раньше и существеннее — в возрасте 46–50 лет до 0,7, в 51–55 лет до 0,5, в возрасте более 55 лет способность выполнять нормы труда падает в 2 раза.

3. При неутмляющем труде, когда его результат зависит не от его физиологической интенсивности (плотности и темпа трудовых действий), а от знания и опыта работника, способность человека выполнять нормы труда сохраняется до 75 лет, возрастного декремента работоспособности не наблюдается.

4. Показатель «большая продолжительность рабочего времени за неделю» (long work hours) является фактором риска здоровью работников только при сочетании с физиологической интенсивностью труда, вызывающей их усталость в рабочие дни.

Список литературы

1. Сорокин Г.А., Шилов В.В. Оценка годового прироста риска нарушения здоровья работников при высокой интенсивности труда. *Гигиена и санитария*. 2020; 6: 618–624.
2. *Определение индивидуального профессионального риска: учеб. Пособие*. В.С. Сердюк и др.; Минобрнауки России, ОмГТУ. Омск: Изд-во ОмГТУ, 2016. 114 с. (электронный оптический диск).
3. *Разработка «Методики расчета индивидуального профессионального риска в зависимости от условий труда и состояния здоровья работника» и «Методики расчета интегрального показателя уровня профессионального риска в организации»*. Н.Ф. Измеров и др. Актуальные проблемы медицины труда: сб. тр. Под ред. акад. РАМН Н. Ф. Измерова. М.: Реинфор, 2014: 132–62.
4. *Руководство по геронтологии*. Под ред. Д.Ф. Чеботарева, Н.Б. Маньковского, В.В. Фролькиса. М.: Медицина; 1978.
5. ОНФ обнаружил у 20% учителей желание уйти из школ: Режим доступа <https://www.rbc.ru/society/28/06/2018/5b3428189a794737b6b66a2e> (дата обращения 12.07.2019).
6. Conway S.H. et al. The Identification of a Threshold of Long Work Hours for Predicting Elevated Risks of Adverse Health Outcomes. *Am J Epidemiol*. 2017; 186(2): 173–3.
7. Трахтенберг И.М., Поляков А.А. *Очерки физиологии и гигиены труда пожилого человека*. Киев: Издательский дом «Авиценна»; 2007.
8. *Условия жизни и пожилой человек*. Под ред. Чеботарева Д. Ф. М.: «Медицина», 1978. 310 с.
9. Шеррер Ж. *Физиология труда (эргономия)*. Пер. с фр. М., Медицина, 1973. 493с.
10. Czaja S.J. *Current and Emerging Trends in Aging and Work*. 2020.
11. Rowe J.W., Kahn R.L. Successful aging. *The Gerontologist*. 1997. Aug; 37(4): 433–40. <https://doi.org/10.1093/geront/37.4.433>
12. McPhee J.S. et al. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology* (2016) 17: 567–580.
13. Borg G. Subjective aspects of Physical and Mental Load. *Ergonomics*. 1978; 22(3): 215–20.
14. *Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки* Р 2.2.1766-03.
15. Сорокин Г.А. Интегральная оценка субъективных симптомов для выявления хронического зрительного, двигательного и неспецифического переутомления работающих. *Мед. труда и пром. экол*. 1998; 11: 13–19.
16. *Оценка факторов трудовой нагрузки*. Методические рекомендации. Л. 1994. Утвержден. ГКСЭН РФ 27.04.1995.
17. Критерии оценки профессиональных рисков работников ОАО «РЖД», непосредственно связанных с движением поездов. Распоряжение ОАО «РЖД» от 21.12.2009 № 2631р.
18. Сорокин Г.А., Чистяков Н.Д., Суслов В.Л. Влияние усталости и переутомления на общую заболеваемость работников. *Мед. труда и пром. экол*. 2019; 8: 494–00.
19. Коштойанц Х.С. *Очерки по истории физиологии в России*. М.-Л.: Изд-во АН СССР; 1946.

References

1. Sorokin G.A., Shikov V.V. Assessment of the annual increase in the risk of health disorders of employees with high labor intensity. *Gigiena i sanitarija*. 2020; 6: 618–624 (in Russian).
2. *Determination of individual occupational risk: studies. stipend [V.S. Serdyuk et al.]*; Ministry of Education and Science of Russia, OmSTU. Omsk: Publishing House of OmSTU; 2016 (electronic optical disk) (in Russian)
3. *Development of the «Methodology for calculating individual occupational risk depending on the working conditions and health status of the employee» and «Methodology for calculating the integral indicator of the level of occupational risk in the organization»* N.F. Izmerov et al. Actual problems of labor medicine: sat. tr. Ed. acad. RAMS N.F. Izmerov. M.: Reinfor, 2014: 132–162. (in Russian)
4. *Guide to Gerontology*. Ed. by D.F. Chebotarev, N.B. Mankovsky, V.V. Frolkis. M.: Meditsina, 1978. 503 p. (in Russian)
5. ONF found 20% of teachers want to leave schools: Access mode: <https://www.rbc.ru/society/28/06/2018/5b3428189a794737b6b66a2e> (accessed 12.07.2019). (in Russian)
6. Conway S.H. et al. The Identification of a Threshold of Long Work Hours for Predicting Elevated Risks of Adverse Health Outcomes. *Am J Epidemiol*. 2017. 186(2): 173–3.
7. Trachtenberg I.M., Polyakov A.A. *Essays on physiology and occupational hygiene of the elderly*. Kiev: Avicenna Publishing House; 2007.
8. *Living conditions and the elderly*. Ed. Chebotareva D.F. M.: «Meditsina»; 1978 (in Russian)
9. Scherrer J. *Labor physiology (ergonomics)*. Translated from French. M., "Meditsina": 1973–493.
10. Czaja S. J. *Current and Emerging Trends in Aging and Work*. 2020.
11. Rowe J.W. Kahn R.L. Successful aging. *The Gerontologist*. 1997 Aug; 37(4):433–40. <https://doi.org/10.1093/geront/37.4.433>
12. McPhee J.S. et al. Physical activity in older age: perspectives for healthy ageing and frailty. *Biogerontology* (2016) 17: 567–580.
13. Borg G. Subjective aspects of Physical and Mental Load. *Ergonomics*. 1978. 22. N 3, 215–220.
14. Guidelines for assessing occupational health risks for employees. organizational and methodological bases, principles and evaluation criteria R 2.2.1766-0317 (in Russian).
15. Sorokin G.A. Integral assessment of subjective symptoms for the detection of chronic visual, motor and nonspecific fatigue of workers. *Med. truda i prom. ekol*. 1998; 11: 13–19 (in Russian).
16. *Ocenka faktorov trudovoj nagruzki*. Metodicheskie rekomendacii. L.1994. Approved. GKSEN of the Russian Federation 27. 04. 1995 (in Russian)
17. Criteria for assessing the professional risks of employees of JSC «Russian Railways» directly related to the movement of trains. Order of JSC «Russian Railways» dated 21.12.2009 No. 2631r (in Russian).
18. Sorokin G.A., Chistyakov N.D., Suslov V.L. Influence of fatigue and overwork on the general morbidity of workers. *Med. truda i prom. ekol*. 2019; 8: 494–00 (in Russian).
19. Koshtoyants H.S. *Essays on the history of physiology in Russia*. M.-L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences; 1946 (in Russian).