https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424 EDN: CPWXAB

Профессиональные, поведенческие и молекулярно-генетические факторы риска патологии желудочно-кишечного тракта у работников канцерогеноопасного производства: одномоментное наблюдательное исследование

К.А. Крюков[1,2], Д.В. Завьялов[1,2], Р.А. Мальцев[1]

[1] Ярославский государственный медицинский университет, Ярославль, Российская Федерация;
[2] Медицинский центр диагностики и профилактики, Ярославль, Российская Федерация

АННОТАЦИЯ

Обоснование. Колоректальный рак (КРР) занимает одно из ведущих мест в структуре онкологической заболеваемости населения Российской Федерации. Существенную роль в его развитии играют как модифицируемые поведенческие факторы риска, так и профессиональные канцерогенные воздействия. Ключевым условием снижения смертности от КРР является раннее выявление неопластических изменений толстой кишки. В этой связи особую значимость приобретают неинвазивные скрининговые методы.

Цель. Изучить ассоциации между профессиональными химическими факторами, поведенческими характеристиками, генетическими полиморфизмами и результатами неинвазивного и эндоскопического обследования желудочно-кишечного тракта у работников промышленного предприятия с канцерогеноопасными условиями труда.

Методы. В исследование включены работники (n=332) промышленного предприятия (мужчин — 241 (72,6%), женщин — 91 (27,4%), средний возраст — 49,4±8,6 года, средний стаж — 19,8±11,5 года). Для оценки независимой ассоциации канцерогенного химического фактора (КАНЦ) с положительным результатом FIT-теста (англ.: *Fecal Immunochemical Test*, анализ кала на скрытую кровь**)** применена бинарная логистическая регрессия с последовательным включением возраста, пола, стажа, курения, индекса массы тела (ИМТ) и употребления алкоголя (n=320, полные данные). Аналогичный анализ выполнен при наличии аденом среди работников, прошедших колоноскопию (n=158).

Результаты. Положительный результат FIT-теста зарегистрирован у 108 (33,8%) обследованных. В первоначальном анализе наличие КАНЦ ассоциировалось с положительным результатом FIT — OR=1,51; 95% ДИ 0,95–2,41; p=0,083. После поправки на возраст, пол и стаж связь ослабла — OR=1,36; 95% ДИ 0,84–2,20; p=0,216, а после дополнительного включения курения, ИМТ и употребления алкоголя ассоциация статистически не подтвердилась — OR=0,60; 95% ДИ 0,34–1,09; p=0,092. Независимым и статистически значимым предиктором положительного результата FIT являлось употребление алкоголя — OR=5,85; 95% ДИ 2,96–11,57; p <0,001, возраст — OR=1,07 на 1 год; p <0,001 и ИМТ — OR=1,13 на 1 кг/м^2; p=0,001. При наличии аденом среди прошедших колоноскопию (n=158) сходная картина: нескорректированное — OR=1,33; 95% ДИ 0,69–2,58; p=0,400, скорректированное — OR=0,64; 95% ДИ 0,29–1,46; p=0,292; значимым предиктором оставался алкоголь — OR=3,68; 95% ДИ 1,39–9,76; p=0,009.

Выводы. Наличие КАНЦ не является независимым предиктором положительного результата FIT и наличия аденом после поправки на возраст, пол, стаж, курение, ИМТ и употребление алкоголя. Наблюдаемая в нескорректированном анализе ассоциация КАНЦ с положительным результатом FIT в значительной степени объясняется более высокой распространенностью употребления алкоголя (33,1% против 7,6%; OR=5,98; p <0,001). Полученные результаты подчеркивают необходимость учета поведенческих факторов при интерпретации связи профессиональной экспозиции с результатами скрининга КРР.

Ключевые слова: колоректальный рак; скрининг; анализ кала на скрытую кровь; канцерогеноопасное производство; логистическая регрессия; полиморфизм *MTHFR*.

Для цитирования:
Крюков К.А., Завьялов Д.В., Мальцев Р.А. Профессиональные, поведенческие и молекулярно-генетические факторы риска патологии желудочно-кишечного тракта у работников канцерогеноопасного производства: одномоментное наблюдательное исследование // Наука молодых (Eruditio Juvenium). 2026. Т. 14, № 3. С. 413–424.
doi: 10.23888/HMJ2026143413-424 EDN: CPWXAB

Статья доступна по лицензии CC BY-NC-ND 4.0
© Коллектив авторов, 2026

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424 EDN: CPWXAB

Occupational, Behavioral, and Molecular Genetic Risk Factors for Gastrointestinal Tract Pathology among Workers in Carcinogen-Hazardous Industries: A Cross-Sectional Observational Study

Kirill A. Kryukov[1,2], Dmitry V. Zavyalov[1,2], Roman A. Maltsev[1]

[1] Yaroslavl State Medical University, Yaroslavl, Russian Federation;
[2] Medical Center for Diagnostics and Prevention, Yaroslavl, Russian Federation

ABSTRACT

BACKGROUND: Colorectal cancer (CRC) remains one of the leading causes of oncology-related morbidity among the population of the Russian Federation. Modifiable behavioral risk factors and occupational carcinogenic exposures play a significant role in its pathogenesis. The early detection of neoplastic alterations in the colon is crucial for reducing CRC mortality. Consequently, non-invasive screening methods are of particular significance.

AIM: To evaluate the associations between occupational chemical exposures, behavioral characteristics, genetic polymorphisms and the outcomes of non-invasive and endoscopic examination of the gastrointestinal tract among workers at a carcinogen-hazardous industrial facility.

METHODS: The study included employees of an industrial enterprise (241 men [72.6%] and 91 women [27.4%]; mean age: 49.4±8.6 years; mean occupational seniority: 19.8±11.5 years). To evaluate the independent association between exposure to chemical carcinogenic agents and a positive fecal immunochemical test (FIT) results, binary logistic regression was performed, sequentially adjusting for age, sex, occupational seniority, smoking status, body mass index (BMI), and alcohol consumption (n=320; complete data). A parallel analysis was conducted to evaluate the presence of colorectal adenomas among employees who underwent colonoscopy (n=158).

RESULTS: A positive FIT result was recorded in 108 (33.8%) examined individuals. In the univariable analysis, occupational carcinogenic exposure was associated with a positive FIT result (OR=1.51; 95% CI 0.95–2.41; p=0.083). After adjusting for age, sex, and occupational seniority, the association attenuated (OR=1.36; 95% CI 0.84–2.20; p=0.216), and after further inclusion of smoking status, BMI, and alcohol consumption, the association lost statistical significance (OR=0.60; 95% CI 0.34–1.09; p=0.092). Independent and statistically significant predictors of a positive FIT result were alcohol consumption (OR=5.85; 95% CI 2.96–11.57; p <0.001), age (OR=1.07 per year; p <0.001), and BMI (OR=1.13 per kg/m²; p=0.001). A similar pattern was observed among those who underwent colonoscopy (n=158) and were found to have adenomas: the unadjusted analysis yielded an OR of 1.33 (95% CI 0.69–2.58; p=0.400), the adjusted analysis yielded an OR of 0.64 (95% CI 0.29–1.46; p=0.292) with alcohol remaining a significant predictor (OR=3.68; 95% CI 1.39–9.76; p=0.009).

CONCLUSIONS: Occupational carcinogenic exposure does not serve as an independent predictor of a positive FIT result or the presence of colorectal adenomas after adjusting for age, sex, duration of employment, smoking status, BMI, and alcohol consumption. The association between occupational carcinogen exposure and a positive FIT result observed in the unadjusted analysis is largely confounded by a higher prevalence of alcohol consumption within the exposed cohort (33.1% vs. 7.6%; OR=5.98; p <0.001). These findings underscore the need to account for behavioral factors when interpreting the relationship between occupational exposure and CRC screening outcomes.

Keywords: colorectal cancer; screening; FIT; fecal occult blood; carcinogen-hazardous industry; logistic regression; *MTHFR* polymorphism.

To cite this article:
Kryukov KA, Zavyalov DV, Maltsev RA. Occupational, Behavioral, and Molecular Genetic Risk Factors for Gastrointestinal Tract Pathology among Workers in Carcinogen-Hazardous Industries: A Cross-Sectional Observational Study. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2026;14(3):413–424. doi: 10.23888/HMJ2026143413-424 EDN: CPWXAB

The article can be use under the CC BY-NC-ND 4.0 license
© Authors, 2026

Обоснование

Колоректальный рак (КРР) занимает одно из ведущих мест в структуре онкологической заболеваемости населения Российской Федерации. По современным эпидемиологическим данным, в общей структуре заболеваемости злокачественными новообразованиями рак толстой кишки составляет 12,7%, а прирост заболеваемости данной патологией за последние 10 лет достиг 31,0% [1, 2]. По данным сборника «Состояние онкологической помощи населению России в 2024 году» [1], стандартизованный показатель заболеваемости злокачественными новообразованиями ободочной и прямой кишки в 2024 году составил 28,7 и 17,4 на 100 тысяч человек соответственно; прирост показателя за 10 лет — 21,3%. Грубый показатель смертности от КРР достиг 32,1 на 100 тысяч человек, а удельный вес пациентов, выявленных на I–II стадиях, не превысил 51,6%, что подтверждает недостаточную эффективность действующих скрининговых программ. Указанные тенденции определяют высокую медицинскую и социальную значимость КРР как одной из наиболее распространенных и прогностически неблагоприятных локализаций онкологической патологии [3, 4].

Высокая актуальность проблемы обусловлена не только значительной распространенностью КРР, но и выраженными медико-социальными последствиями данного заболевания [4–7]. КРР нередко сопровождается стойкими нарушениями функций организма, снижением трудоспособности, необходимостью длительного специализированного лечения и последующей реабилитации. Это приводит к существенным экономическим потерям, связанным как с затратами на оказание медицинской помощи, так и со снижением качества жизни пациентов и их семей [4, 6].

Развитие КРР связано с комплексным воздействием генетических, эпигенетических и экзогенных факторов [8–11]. Существенную роль в канцерогенезе играют химические соединения, в том числе полициклические ароматические углеводороды, гетероциклические амины, нитрозамины, нитраты, диоксины и тяжелые металлы. Важное значение имеют и модифицируемые факторы риска, ассоциированные с образом жизни: курение, употребление алкоголя, избыточное потребление красного и переработанного мяса, низкая физическая активность и ожирение [12]. Особого внимания заслуживают профессиональные канцерогенные воздействия, в частности контакт с бензолом и его производными, хлорированными углеводородами, а также другими химическими агентами, потенциально способными повышать риск развития новообразований желудочно-кишечного тракта у работников канцерогеноопасных производств [13, 14].

Ключевым условием снижения смертности от КРР является его раннее выявление [15, 16]. Эффективность лечения злокачественных новообразований толстой кишки в значительной степени определяется стадией заболевания на момент диагностики [12, 15]. Вместе с тем в реальной клинической практике ранняя диагностика КРР остается недостаточной: у значительной доли пациентов опухолевый процесс впервые выявляется на распространенных стадиях, что ухудшает прогноз и ограничивает возможности радикального лечения [16].

В этой связи особую значимость приобретают скрининговые технологии, направленные на активное выявление лиц с высоким риском наличия полипов, предраковых изменений и злокачественных новообразований толстой кишки [17]. Наиболее перспективными в рамках массовых профилактических обследований являются неинвазивные методы, прежде всего, анкетные подходы и исследование кала на скрытую кровь [18–20]. Использование FIT-теста (англ.: *Fecal Immunochemical Test,* анализ кала на скрытую кровь**)** позволяет выделять пациентов, нуждающихся в углубленном эндоскопическом обследовании, и тем самым оптимизировать раннюю диагностику неопластической патологии толстой кишки [20].

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

Однако, несмотря на широкое внедрение неинвазивных методов скрининга, ряд практических аспектов их применения остается недостаточно изученным. Это касается как оценки диагностической эффективности используемых методик в реальных условиях, так и вопросов маршрутизации пациентов с высокой вероятностью наличия полипов и опухолей толстой кишки в системе специализированной медицинской помощи [21]. Недостаточная разработанность данных положений определяет необходимость дальнейшего изучения возможностей неинвазивной диагностики КРР и совершенствования алгоритмов отбора пациентов для последующего эндоскопического обследования [22, 23].

Цель — изучить ассоциации между профессиональными химическими факторами, поведенческими характеристиками, генетическими полиморфизмами и результатами неинвазивного и эндоскопического обследования желудочно-кишечного тракта у работников промышленного предприятия с канцерогеноопасными условиями труда.

Методы

В 2025 году проведено одномоментное наблюдательное исследование в соответствии с рекомендациями STROBE (2007), Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации (09.07.2018) и федеральным законом от 21.11.2011 № 323-ФЗ «Об основах охраны здоровья граждан в Российской Федерации», описание методов статистического анализа выполнено с учетом рекомендаций SAMPL.

В исследование включены работники (n=332) промышленного предприятия, прошедшие комплексное медицинское обследование. Из них мужчин — 241 (72,6%), женщин — 91 (27,4%), средний возраст — 49,4±8,6 года, средний стаж — 19,8±11,5 года.

Критерии включения: возраст, пол, стаж, курение, индекс массы тела (ИМТ) и употребление алкоголя, наличие аденом среди работников, прошедших колоноскопию.

Критерии невключения: возраст менее 18 лет; отсутствие на момент формирования выборки трудовых отношений с обследуемым промышленным предприятием; отсутствие данных специальной оценки условий труда и иных сведений, необходимых для однозначной классификации профессиональной экспозиции; отказ от подписания информированного добровольного согласия; невозможность прохождения предусмотренного протоколом комплексного медицинского обследования или предоставления биологического материала; ранее установленный КРР либо выполненная ранее тотальная или субтотальная резекция толстой кишки, исключающие интерпретацию обследования как скринингового; наличие на момент выполнения FIT явного желудочно-кишечного или аноректального кровотечения, а также других обстоятельств, способных привести к контаминации образца и ложноположительному результату теста, если повторное исследование после их устранения не было выполнено

Участники исследования разделены на группы:

- ***ассоциированные с канцерогенным химическим фактором*** (КАНЦ);
- ***неассоциированные с канцерогенным химическим фактором*** (не-КАНЦ).

Предварительную оценку объема выборки выполняли в программе G*Power 3.1.9.7 для двустороннего сравнения двух независимых долей при уровне статистической значимости α=0,05, соотношении групп 1:1 и ожидаемом отношении шансов не менее 1,8. При частоте положительного FIT 29,2% в референтной группе указанному отношению шансов соответствовала ожидаемая частота исхода 42,6% в экспонированной группе; для обеспечения мощности 80,0% требовалось около 400 участников.

В основной анализ вошли 320 работников, в связи с чем расчетная мощность для выявления OR=1,8 составляла приблизительно 71,0%. Вместе с тем в полной логистической модели зарегистрировано 108 случаев положительного

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

FIT при семи оцениваемых параметрах, или 15,4 события на параметр, что позволило выполнить запланированный многомерный анализ без выраженной перепараметризации.

Следовательно, объем выборки являлся приемлемым для оценки модели и выявления относительно крупных ассоциаций, но был ограниченным для надежного обнаружения слабых и умеренных эффектов, включая наблюдаемое OR=1,51. Анализ аденом в подгруппе прошедших колоноскопию следует рассматривать как исследовательский вследствие меньшего объема выборки и числа событий.

Описательная статистика представлена в виде M±SD для непрерывных переменных с нормальным распределением и абсолютных и относительных частот для категориальных переменных. Различия между группами КАНЦ и не-КАНЦ по категориальным признакам оценивали с помощью критерия χ^2 Пирсона с поправкой Йейтса либо точного критерия Фишера при ожидаемых частотах менее 5; величину эффекта выражали через отношение шансов (OR) с 95% доверительным интервалом (ДИ) и коэффициент φ. Для контроля множественных сравнений при анализе генетических маркеров использовали процедуру Бенджамини–Хохберга (FDR); скорректированные *q*-значения приведены наряду с сырыми *p*-значениями.

Для оценки независимой ассоциации профессиональной химической экспозиции с положительным FIT-тестом применяли бинарную логистическую регрессию. Зависимой переменной являлся положительный FIT-тест; основной независимой переменной — наличие КАНЦ по данным специальной оценки условий труда. Строили три последовательные модели: нескорректированную (только КАНЦ), частично скорректированную (КАНЦ, возраст, пол, стаж) и полностью скорректированную (КАНЦ, возраст, пол, стаж, курение, индекс массы тела (ИМТ), употребление алкоголя). Ковариаты включались на основании их содержательной роли как потенциальных смешивающих факторов, а не путем пошагового отбора по уровню значимости; употребление алкоголя оставлено в модели независимо от собственного *p*-значения ввиду его выраженной связи как с экспозицией (OR=5,98; p <0,001), так и с исходом. Возраст и стаж вводили как непрерывные переменные после проверки линейности связи с логитом исхода (тест Бокса–Тидвелла); при отсутствии выраженной нелинейности категоризация не проводилась. Показатели «класс опасности» и «класс условий труда» одновременно с КАНЦ в одну модель не включали вследствие выраженной коллинеарности (V Крамера 0,78–0,94), продемонстрированной ранее. Аналогичную модель строили при наличии аденом среди работников, прошедших колоноскопию по показаниям.

Качество моделей оценивали с помощью теста линейности связи (*link-test*), диагностики мультиколлинеарности (метод VIF на эквивалентной линейной модели, критическое значение VIF<5) и калибровочного анализа; тест Хосмера–Лемешова приведен как дополнительная, вспомогательная характеристика ввиду известной ограниченной мощности этого критерия. Результаты представлены в виде OR и скорректированных OR (aOR) с 95% ДИ и двусторонними *p*-значениями. Учитывая, что расчет объема выборки исходно ориентировался на ожидаемое OR=1,8, а наблюдаемое нескорректированное OR=1,51, статистическая мощность полной регрессионной модели для выявления эффектов такой величины ограничена. Уровень статистической значимости для всех тестов принят при p <0,05 (за исключением скорректированных по FDR сравнений, где значимость определялась по q <0,10). Анализ выполнен в статистическом пакете программ Stata 17 (Stata Corp., США).

Результаты

FIT-тест выполнен 320 (96,4%) пациентам, положительный результат зарегистрирован у 108 (33,8%) человек. Колоноскопия проведена 158 (47,6%) работни-

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

кам по клиническим и/или скрининговым показаниям. Патологические изменения толстой кишки выявлены у 89 (56,3%) обследованных. Эзофагогастродуоденоскопия выполнена 136 (41,0%) работникам по показаниям.

1. Характеристика групп по профессиональной экспозиции. Демографическая и профессиональная характеристика КАНЦ и не-КАНЦ групп представлена в таблице 1. Непрерывные переменные сравнивались *t*-критерием Стьюдента, категориальные — с критерием χ^2 Пирсона. Данные по алкоголю и курению приведены среди работников с выполненным FIT-тестом. Группы не различались значимо по полу, но работники группы КАНЦ были в среднем несколько старше, имели больший стаж и более высокий ИМТ, а также значимо чаще курили и употребляли алкоголь — эти показатели являлись потенциальными смешивающими факторами и были включены в последующий многомерный анализ.

Таблица 1. Демографическая и профессиональная характеристика групп обследуемых (*n*=320)

Показатель	КАНЦ	не-КАНЦ	*p*
n	159	161	
Возраст (M±SD), лет	50,3±8,4	48,5±8,6	0,041
Мужской пол, *n* (%)	118 (74,2)	115 (71,4)	0,562
Стаж (M±SD), лет	20,9±11,1	18,7±11,7	0,088
Индекс массы тела (M±SD), кг/м^2	28,3±4,3	26,7±4,0	*0,001*
Курение, *n* (%)	62 (39,0)	30 (18,6)	*<0,001*
Употребление алкоголя, *n* (%)	53 (33,1)	12 (7,6)	*<0,001*

2. FIT-тест и результаты эндоскопического обследования (табл. 2). При сравнении групп по наличию КАНЦ частота положительного FIT-теста составила 38,4% (61/159) в группе с канцерогенным фактором и 29,2% (47/161) в группе без него. Нескорректированное OR=1,51; 95% ДИ 0,93–2,45; φ=0,097; *p*=0,098 (после FDR *q*=0,147). Эта величина служит отправной точкой для последующего многомерного анализа.

Таблица 2. FIT-тест и основные эндоскопические показатели в группах обследуемых (*n*=320)

Показатель	КАНЦ, %	не-КАНЦ, %	OR	*p*
Положительный FIT-тест	38,4	29,2	1,51	0,098
Любая патология толстой кишки*	58,8	53,4	1,25	0,523
Полипы*	35,3	34,2	1,05	1,000
Аденомы*	36,7	30,4	1,33	0,400
Выраженная патология верхних отделов желудочно-кишечного тракта**	40,3	32,8	1,38	0,380

Примечания: * — среди работников, прошедших колоноскопию по показаниям (*n*=158); показатель «Аденомы» рассчитан от общего числа обследованных колоноскопией (унифицированный знаменатель), а не от подгруппы с выявленными образованиями; ** — среди работников, которым выполнена эзофагогастродуоденоскопия по показаниям (*n*=136)

Различие между группами по частоте аденом остается статистически незначимым (OR=1,33; 95% ДИ 0,69–2,58; *p*=0,400).

3. Многомерный логистический регрессионный анализ независимой ассоциации канцерогенной экспозиции с положительным FIT-тестом. Результаты мультивариантной регрессии представлены в трех последовательных моделях логистической регрессии для положительного FIT-теста (табл. 3).

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

Таблица 3. Изменение оценки ассоциации канцерогенного фактора с положительным FIT-тестом при последовательном включении ковариат в модель логистической регрессии (*n*=320)

Модель	OR/aOR КАНЦ	95% ДИ	*p*
Нескорректированная (только КАНЦ)	1,51	0,95–2,41	0,083
Частично скорректированная (+возраст, пол, стаж)	1,36	0,84–2,20	0,216
Полностью скорректированная (+курение, индекс массы тела, алкоголь)	0,60	0,34–1,09	0,092

Как видно из таблицы 3, включение возраста, пола и стажа приводит к умеренному ослаблению ассоциации КАНЦ с положительным FIT-тестом. Однако решающее значение имеет дополнительное включение курения, ИМТ и употребления алкоголя: в полностью скорректированной модели КАНЦ остается статистически незначимым. Это подтверждает, что работники группы КАНЦ существенно чаще употребляют алкоголь (33,1% против 7,6%; OR=5,98; p <0,001), а употребление алкоголя само по себе сильно и независимо ассоциировано с положительным FIT.

Полные результаты полностью скорректированной модели для каждого предиктора представлены в таблице 4 и на рисунке 1.

Таблица 4. Факторы, ассоциированные с положительным результатом FIT-теста: результаты логистической регрессии (*n*=320)

Предиктор	Нескорректированная OR (95% ДИ)	*p*	Скорректированная OR (95% ДИ)	*p*
КАНЦ, да/нет	1,51 (0,95–2,41)	0,083	0,60 (0,34–1,09)	0,092
Возраст (на 1 год)	–	–	1,07 (1,03–1,10)	*<0,001*
Мужской пол	–	–	1,07 (0,59–1,93)	0,827
Стаж (на 1 год)	–	–	1,01 (0,99–1,04)	0,274
Курение	–	–	1,36 (0,77–2,42)	0,293
Индекс массы тела (на 1 кг/м^2)	–	–	1,13 (1,05–1,21)	*0,001*
Употребление алкоголя	5,98 (3,12–11,46)	*<0,001*	5,85 (2,96–11,57)	*<0,001*

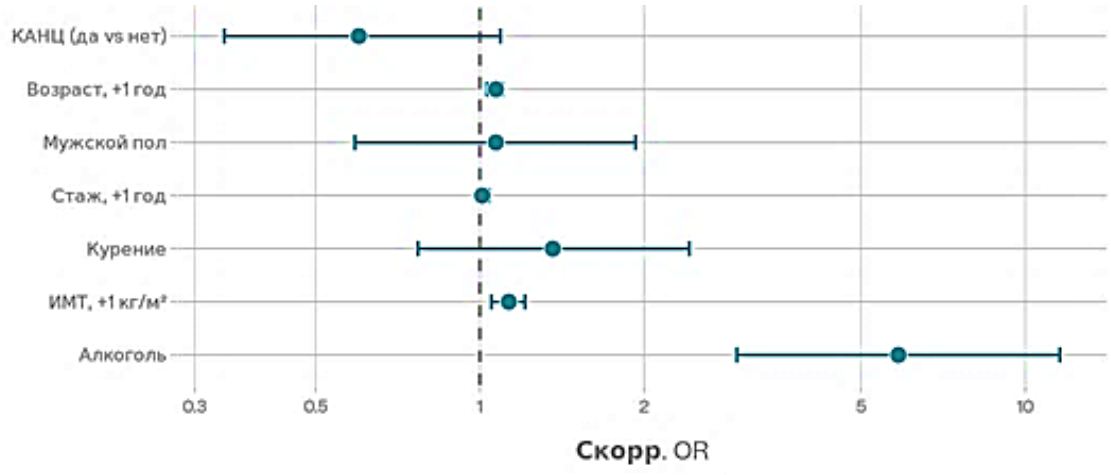


Рис. 1. Форест-плот скорректированных OR предикторов положительного FIT-теста (полная модель, *n*=320).

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

Зависимая переменная — положительный результат FIT-теста. В скорректированную модель одновременно включены КАНЦ, возраст, пол, стаж, курение, ИМТ и употребление алкоголя. OR для непрерывных переменных рассчитан на увеличение показателя на одну указанную единицу. Псевдо-R^2 Макфаддена полной модели равен 0,146; тест линейности (*linktest*) не выявил нарушения спецификации (p=0,58 для _hatsq); признаков выраженной мультиколлинеарности не обнаружено (максимальный VIF=1,4).

4. Многомерный анализ наличия аденом среди работников, прошедших колоноскопию. Многомерный анализ выполнен для вторичного исследовательского исхода — наличия аденомы толстой кишки среди работников (n=158), прошедших колоноскопию по показаниям. В знаменатель включены все обследованные данным методом, а не только лица с уже выявленной патологией. Результаты представлены в таблице 5.

Таблица 5. Факторы, ассоциированные с наличием аденомы толстой кишки среди работников, прошедших колоноскопию (n=158)

Предиктор	Нескорректированная OR (95% ДИ)	p	Скорректированная OR (95% ДИ)	p
КАНЦ, да/нет	1,33 (0,69–2,58)	0,400	0,64 (0,29–1,46)	0,292
Возраст (на 1 год)	–	–	1,09 (1,04–1,15)	*0,001*
Мужской пол	–	–	1,60 (0,65–3,91)	0,303
Стаж (на 1 год)	–	–	1,02 (0,99–1,06)	0,248
Курение	–	–	1,56 (0,68–3,57)	0,297
Индекс массы тела (на 1 кг/м^2)	–	–	1,08 (0,98–1,19)	0,103
Употребление алкоголя	–	–	3,68 (1,39–9,76)	*0,009*

Определение исхода унифицировано: аденома рассчитывалась как «да/нет» от общего числа лиц, прошедших колоноскопию. Учитывая ограниченный объем подгруппы (n=158) и частоту исхода (53/158, 33,5%), результаты следует рассматривать как исследовательские.

Как и для FIT-теста, нескорректированная связь КАНЦ с наличием аденомы была статистически незначимой (OR=1,33; p=0,400), а после полной поправки точечная оценка снизилась ниже единицы (aOR=0,64; 95% ДИ 0,29–1,46; p=0,292). Единственным статистически значимым независимым предиктором наличия аденомы оставалось употребление алкоголя (aOR=3,68; 95% ДИ 1,39–9,76; p=0,009). Поскольку колоноскопия выполнялась по показаниям, а не всем участникам исследования, то результат ограничен селективной подгруппой и не может быть распространен на всю обследованную популяцию.

5. Ассоциации с генетическими полиморфизмами. Полиморфизм *MTHFR C677T* продемонстрировал ассоциацию с классом опасности производственного фактора на уровне сырых значений (OR=1,59; 95% ДИ 1,00–2,53; p=0,050). После коррекции методом Бенджамини–Хохберга для множественных сравнений по восьми исследованным SNP скорректированное значение составило q>0,10, то есть статистически значимая ассоциация после поправки на множественные сравнения не подтверждена.

Обсуждение

Ключевым результатом настоящего исследования является демонстрация того, что нескорректированная ассоциация КАНЦ с положительным результатом FIT-теста (OR=1,51) не является независимой. После последовательного включения в модель возраста, пола, стажа, курения,

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

ИМТ и, что оказалось решающим, употребления алкоголя, точечная оценка эффекта КАНЦ снизилась (aOR=0,60; 95% ДИ 0,34–1,09; *p*=0,092) и статистически не различалась от единицы. Это подтверждает, что включение алкоголя в регрессионную модель существенно изменяет или устраняет видимую связь FIT с КАНЦ: употребление алкоголя почти в 4,4 раза более распространено среди работников группы КАНЦ (33,1% против 7,6%; OR=5,98; *p* <0,001), а само по себе является наиболее сильным независимым предиктором положительного FIT во всей когорте (aOR=5,85; 95% ДИ 2,96–11,57; *p* <0,001).

Аналогичная картина наблюдалась при наличии аденом среди работников, прошедших колоноскопию: нескорректированная связь с КАНЦ была незначимой и слабой, а после поправки на поведенческие факторы точечная оценка смещалась ниже единицы, тогда как употребление алкоголя оставалось значимым предиктором (aOR=3,68; *p*=0,009). Совокупность этих данных позволяет заключить, что в изученной когорте профессиональная химическая экспозиция сама по себе не может считаться независимым фактором риска положительного результата скрининга КРР; наблюдаемые в описательном анализе различия между группами КАНЦ и не-КАНЦ по частоте положительного результата FIT в значительной степени опосредованы более высокой распространенностью употребления алкоголя среди работников, контактирующих с КАНЦ.

Такой результат имеет практическое значение для организации медицинских осмотров на промышленных предприятиях: направление на дополнительное обследование не должно основываться исключительно на факте профессиональной экспозиции без учета поведенческих факторов риска, прежде всего, употребления алкоголя, возраста и ИМТ, которые в настоящем исследовании оказались значимыми независимыми предикторами. В то же время наблюдение связи алкоголя с самой экспозицией указывает на необходимость целевых программ профилактики злоупотребления алкоголем именно в профессиональных группах с вредными условиями труда.

Ограничения исследования. Настоящее исследование имеет ряд ограничений, которые необходимо учитывать при интерпретации результатов.

1. Одномоментный дизайн не позволяет установить временную последовательность событий и делает невозможными причинно-следственные выводы о связи профессиональной экспозиции, поведенческих факторов и результатов скрининга; выявленные ассоциации могут отражать обратную причинность или влияние неучтенных факторов.

2. Расчет объема выборки исходно ориентировался на выявление эффекта величиной OR=1,8 при мощности 0,80, тогда как наблюдаемое нескорректированное OR=1,51. Соответственно, статистическая мощность полностью скорректированной регрессионной модели, включающей семь предикторов, для выявления эффектов такой величины ограничена, что повышает риск ложноотрицательного результата для эффекта КАНЦ (ошибка II типа) и требует осторожной интерпретации широких ДИ.

3. Анализ наличия аденом выполнен только среди работников, которым была проведена колоноскопия по клиническим и/или скрининговым показаниям (*n*=158, 47,6%), а не во всей когорте. Это создает риск смещения отбора: показания к колоноскопии могли быть связаны как с профессиональной экспозицией, так и с поведенческими факторами, что могло искажать наблюдаемые ассоциации в любом направлении.

4. Данные о курении, употреблении алкоголя и стаже собраны методом анкетирования и могут быть подвержены систематической ошибке припоминания и социально желательного искажения ответов, что может приводить к недооценке истинной распространенности этих факторов, особенно в группе с более строгим производственным контролем.

5. Показатели «Наличие канцерогенного фактора», «Класс опасности» и

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

«Класс условий труда» демонстрируют выраженную коллинеарность (V Крамера 0,78–0,94), что не позволило включить их одновременно в одну регрессионную модель и ограничивает возможность разделения их независимых вкладов.

6. Ассоциация полиморфизма *MTHFR C677T* с классом опасности не выдержала коррекции на множественные сравнения (q >0,10) и должна рассматриваться как предварительная гипотеза, требующая проверки в независимой, более крупной когорте.

7. Исследование выполнено на одном промышленном предприятии, что ограничивает обобщаемость результатов на другие производства и профессиональные группы с иным профилем экспозиции и социально-демографическими характеристиками.

Выводы

1. Положительный результат FIT зарегистрирован у 33,8% работников промышленного предприятия (108 из 320 обследованных); частота патологических изменений толстой кишки среди прошедших колоноскопию по показаниям составила 56,3%.

2. Наличие канцерогенного химического фактора ассоциировалось с положительным FIT в нескорректированном анализе (OR=1,51; 95% ДИ 0,95–2,41; p=0,083), однако после многомерной поправки на возраст, пол, стаж, курение, индекс массы тела и употребление алкоголя эта ассоциация статистически не подтвердилась (aOR=0,60; 95% ДИ 0,34–1,09; p=0,092) и, следовательно, не может рассматриваться как независимый фактор риска положительного результата скрининга.

3. Употребление алкоголя оказалось наиболее сильным независимым предиктором положительного FIT (aOR=5,85; 95% ДИ 2,96–11,57; p <0,001) и предиктором наличия аденом (aOR=3,68; 95% ДИ 1,39–9,76; p=0,009). Кроме того, тесно связано с наличием профессиональной канцерогенной экспозиции (OR=5,98; p <0,001), что во многом объясняет исходно наблюдавшуюся, но не подтвердившуюся при многомерном анализе связь канцерогенного химического фактора с результатами скрининга.

4. Возраст (aOR=1,07 на 1 год; p <0,001) и индекс массы тела (aOR=1,13 на 1 кг/м^2; p=0,001) являлись самостоятельными значимыми предикторами положительного FIT независимо от профессиональной экспозиции.

5. Полиморфизм *MTHFR C677T* показал ассоциацию с классом опасности лишь на уровне сырых p-значений (p=0,050), которая не выдержала коррекции на множественные сравнения (q >0,10); данный маркер следует рассматривать как предварительный и требующий проверки в независимой когорте, без включения в текущий алгоритм маршрутизации пациентов.

6. Для организации медицинских осмотров на канцерогеноопасных производствах решение о направлении на углубленное эндоскопическое обследование должно учитывать не только факт профессиональной экспозиции, но и поведенческие факторы риска, прежде всего, употребление алкоголя, возраст и индекс массы тела.

Список литературы | References

1. Kaprin AD, Starinskiy VV, Shakhzadova AO, editors. *Sostoyaniye onkologicheskoy pomoshchi naseleniyu Rossii v 2024 godu*. Moscow; 2025. (In Russ.)
2. Bakulin IG, Zharkov AV, Zhuravleva MS, Serkova MYu. Colorectal cancer screening: current status and future prospects. *Russian Journal of Preventive Medicine.* 2023;26(12):12–18. doi: 10.17116/profmed20232612112 EDN: CKWLNQ
3. Bray F, Ferlay J, Soerjomataram I, et al. Global cancer statistics 2018: GLOBOCAN estimates of incidence and mortality worldwide for 36 cancers in 185 countries. *CA Cancer J Clin.* 2018;68(6): 394–424. doi: 10.3322/caac.21492 Erratum in: *CA Cancer J Clin*. 2020;70(4):313. doi: 10.3322/caac.21609 EDN: LGUMHH
4. Volchek VS, Sharshakova TM. Clinical and economic justification for cancer screening and early

detection in Gomel Region of the Republic of Belarus. *Voprosy Organizatsii i Informatizatsii Zdravookhraneniya*. 2024;(4):72–79. (In Russ.) EDN: MJBNFH
5. Doubeni CA, Corley DA, Jensen CD, et al. Fecal Immunochemical Test Screening and Risk of Colorectal Cancer Death. *JAMA Netw Open*. 2024;7(7): e2423671. doi: 10.1001/jamanetworkopen.2024.23671 EDN: RYUCUY
6. Feng Y, Jin H, Guo K, et al. Causes of Death After Colorectal Cancer Diagnosis: A Population-Based Study. *Front Oncol.* 2021;11:647179. doi: 10.3389/fonc.2021.647179 EDN: EAYLKO
7. Fitzpatrick–Lewis D, Ali MU, Warren R, et al. Screening for Colorectal Cancer: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Clin Colorectal Cancer.* 2016;15(4):298–313. doi: 10.1016/j.clcc.2016.03.003
8. Fleming M, Ravula S, Tatishchev SF, Wang HL. Colorectal carcinoma: Pathologic aspects. *J Gastrointest Oncol.* 2012;3(3):153–173. doi: 10.3978/j.issn.2078-6891.2012.030
9. Brezhnev DG, Stanoyevich US, Polonikov AV. Molekulyarno-geneticheskiye markery pri kolorektal'nom rake v prakticheskoy onkologii. In: *Lipatov VA, Bobyntsev II, editors. Meditsinskaya nauka v eru tsifrovoy transformatsii: sbornik nauchnykh trudov po materialam Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii; Kursk, 10 December 2021*. Kursk: Kursk State Medical University; 2021. P. 275–276. (In Russ.) EDN: KCGBBH
10. Petrikov AS, Belykh VI, Pavlova AD. Hyperhomocysteinemia and Distribution Features of Allelic Polymorphism of Folate Group Genes in Patients with Malignant Neoplasms. *I.P. Pavlov Russian Medical Biological Herald*. 2025;33(3):447–456. doi: 10.17816/PAVLOVJ643264 EDN: MAFMCI
11. Baltayev N, Afonin G, Zhunussova G, et al. Multigene testing in genetic screening of hereditary and sporadic colorectal cancer: a literature review. *Oncology and Radiology of Kazakhst.* 2025;(3): 96–103. doi: 10.52532/2663-4864-2025-3-77-522 EDN: XVMHIV
12. Edwards BK, Ward E, Kohler BA, et al. Annual report to the nation on the status of cancer, 1975–2006, featuring colorectal cancer trends and impact of interventions (risk factors, screening, and treatment) to reduce future rates. *Cancer*. 2010;116(3): 544–573. doi: 10.1002/cncr.24760 EDN: NYTBEX
13. Achkasov SI, Shelygin YA, Frolov SA, et al. Approbation of a risk-associated colorectal cancer screening model in a population. Preliminary results. *Korporativnoye Zdorov'ye i Promyshlennaya Meditsina.* 2024;1(1):31–40. (In Russ.) EDN: QRXHJQ
14. Kaprin AD, Aleksandrova LM, Starinsky VV, Mamontov AS. Technologies for early diagnosis and screening in the early detection of malignant neoplasms. *P.A. Herzen Journal of Oncology*. 2018; 7(1):34–40. doi: 10.17116/onkolog20187134-40 EDN: YRTOJU
15. Doubeni ChA, Weinmann Sh, Adams K, et al. Screening colonoscopy and risk for incident late-stage colorectal cancer diagnosis in average-risk adults: a nested case-control study. *Ann Intern Med.* 2013;158(5 Pt 1):312–320. doi: 10.7326/0003-4819-158-5-201303050-00003
16. Sleptsov AM, Volodin BYu, Ignatov IS, et al. Dynamics of Stress Resistance in Patients Who Underwent Surgical Intervention on the Colon for Colorectal Cancer. *Science of the Young (Eruditio Juvenium).* 2024;12(4):553–560. doi: 10.23888/HMJ2024124553-560 EDN: GMOTRT
17. Faivre J, Dancourt V, Lejeune C, et al. Reduction in colorectal cancer mortality by fecal occult blood screening in a French controlled study. *Gastroenterology.* 2004;126(7):1674–1680. doi: 10.1053/j.gastro.2004.02.018
18. Elmunzer BJ, Hayward RA, Schoenfeld PhS, et al. Effect of flexible sigmoidoscopy-based screening on incidence and mortality of colorectal cancer: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *PLoS Med.* 2012;9(12): e1001352. doi: 10.1371/journal.pmed.1001352
19. Benton SC, Piggott C, Blyuss O, et al. Impact of changing from a guaiac faecal occult blood test to a faecal immunochemical test in a national screening programme: Results from a pilot study within the national bowel cancer screening programme in England. *J Med Screen.* 2021;28(4):426–432. doi: 10.1177/09691413211013376 EDN: ZANNPG
20. Annagylydzhova GM, Lebedeva (Startseva) LL. Otsenka anketnogo metoda skrininga kolorektal'nogo raka. *Topical Issues of Medical Science.* 2024;(1):184. (In Russ.) EDN: AXWGTX
21. Zavyalov DV, Kashin SV, Nesterov PV, et al. Algorithm for clarifying diagnostics and intraluminal endoscopic removal of colorectal epithelial neoplasms. *Koloproktologia*. 2021;20(1):17–22. (In Russ.) doi: 10.33878/2073-7556-2021-20-1-17-22 EDN: NCTXVC
22. Veselov AV, Omelyanosvkiy VV, Kashnikov VN, et al. Opportunities for increasing the efficacy of diagnostics and treatment of colorectal neoplasms (experience of Khabarovsk Regional Coloproctological Center). *Far East Medical Journal.* 2020; (2):28–32. doi: 10.35177/1994-5191-2020-2-28-32 EDN: IPTOQZ
23. Svetlykh ED, Lukyanchuk RM, Drozd UA, et al. Possibilities of capsule endoscopy in colorectal cancer screening. *Experimental and Clinical Gastroenterology*. 2023;(5):165–167. doi: 10.31146/1682-8658-ecg-213-5-165-167 EDN: XMTZSI

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424

Дополнительная информация | Additional Information

Этическая экспертиза. Проведение исследования одобрено Локальным этическим комитетом Ярославского государственного медицинского университета (Протокол № 14 от 18.11.2024). Все участники исследования подписали форму информированного добровольного согласия до включения в исследование.
Согласие на публикацию. Неприменимо.
Источники финансирования. Расходы на реагенты совместно с ООО «Медицинский центр диагностики и профилактики».
Раскрытие интересов. Авторы заявляют об отсутствии отношений, деятельности и интересов, связанных с третьими лицами (коммерческими и некоммерческими), интересы которых могут быть затронуты содержанием статьи.
Оригинальность. При создании статьи авторы не использовали ранее опубликованные сведения (текст, иллюстрации, данные).
Генеративный искусственный интеллект. При создании статьи технологии генеративного искусственного интеллекта не использовали.
Рецензирование. В рецензировании участвовали два рецензента и член редакционной коллегии издания.

Ethics approval: The study was approved from the Local Ethical Committee of Yaroslavl State Medical University (Protocol No. 14 on November 18, 2024). All participants of study voluntarily signed an informed consent form before being included in the study
Consent for publication: Not applicable.
Funding sources: Reagents costs were covered by the authors and the Medical Centre for Diagnostics and Prevention.
Disclosure of interests: The authors have no relationships, activities or interests related with for-profit or not-for-profit third parties whose interests may be affected by the content of the article.
Statement of originality: The authors did not use previously published information (text, illustrations, data) when creating work.
Generative AI: Generative AI technologies were not used for this article creation.
Peer-review: Two reviewers and a member of the editorial board participated in the review.

Об авторах:
*__Крюков Кирилл Андреевич__;
адрес: Российская Федерация, 150040, Ярославль, пр-т Ленина, д. 33;
ORCID: 0000-0002-5598-6132;
eLibrary SPIN: 7508-9206;
e-mail: ykk2014@mail.ru

Завьялов Дмитрий Вячеславович, д-р мед. наук;
ORCID: 0000-0002-9173-6878;
eLibrary SPIN: 8048-7985;
e-mail: zavialoff@mail.ru

Мальцев Роман Алексеевич;
ORCID: 0009-0002-8191-1633;
e-mail: rom.maltsev@gmail.com

Author info:
*__Kirill A. Kryukov__;
address: 33 Lenina Ave, Yaroslavl, 150040, Russian Federation;
ORCID: 0000-0002-5598-6132;
eLibrary SPIN: 7508-9206;
e-mail: ykk2014@mail.ru

Dmitry V. Zavyalov, MD, Dr. Sci. (Medicine);
ORCID: 0000-0002-9173-6878;
eLibrary SPIN: 8048-7985;
e-mail: zavialoff@mail.ru

Roman A. Maltsev;
ORCID: 0009-0002-8191-1633;
e-mail: rom.maltsev@gmail.com

Вклад авторов:
Крюков К.А. — концепция и дизайн исследования, сбор и обработка данных, статистический анализ, написание текста.
Завьялов Д.В. — научное руководство, валидация методологии, редактирование.
Мальцев Р.А. — обработка данных, написание текста.
Все авторы одобрили рукопись (версию для публикации), согласились нести ответственность за все аспекты настоящей работы, гарантируют надлежащее рассмотрение и решение вопросов, связанных с точностью и добросовестностью любой её части.

Contribution of the authors:
Kryukov K.A.: concept and design of the study, collection and processing of data, statistical analysis, writing the text.
Zavyalov D.V.: scientific guidance, validation of methodology, editing.
Maltsev R.A.: processing of data, writing the text.
All authors approved the manuscript (the publication version) and agreed to be responsible for all aspects of the work, ensuring proper consideration and resolution of issues related to the accuracy and integrity of any part of it.

Рукопись получена: 27.04.2026
Received: 27.04.2026

Рукопись одобрена: 01.09.2026
Accepted: 01.09.2026

Опубликована: 30.09.2026
Published: 30.09.2026

https://doi.org/10.23888/HMJ2026143413-424