

Статья поступила в редакцию 25.02.2026 г.

Тришкин А.Г., Шадринцев В.А., Плавко М.Н., Елгина С.И., Рудаева Е.В., Мозес В.Г., Шмелев А.А.,
Бочкарникова А.Г., Мозес К.Б.

Центр охраны здоровья семьи и репродукции «Красная Горка»,
Кемеровский государственный медицинский университет,
Кемеровский государственный университет,
г. Кемерово, Россия

ФЕРТИЛЬНОСТЬ: МУЖСКОЙ АСПЕКТ

Способность мужчины к оплодотворению (фертильность) напрямую зависит от слаженной работы органов репродуктивного тракта, отвечающих за продукцию и транспорт мужских половых клеток. Показатели фертильности отличаются высокой степенью изменчивости под влиянием естественных факторов: частоты половых контактов, возрастных изменений, наследственности и фенотипических признаков. Анализ показателей по возрастным группам показал обратную корреляционную связь между возрастом мужчины и молекулярно-функциональными характеристиками его сперматозоидов при бесплодии. Возраст выступает фактором, способствующим росту повреждений ДНК и уменьшению пула зрелых форм гамет. Наиболее существенные негативные изменения приходятся на возрастную группу старше 40 лет. Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при формировании персонализированных диагностических алгоритмов и планировании прегравидарной подготовки.

Ключевые слова: бесплодие; фертильность; BPT

Trishkin A.G., Shadrincev V.A., Plavko M.N., Elgina S.I., Rudaeva E.V., Moses V.G., Shmelev A.A., Bochkarnikova A.G.,
Moses K.B.

Center for Family Health and Reproduction «Krasnaya Gorka»,
Kemerovo State Medical University,
Kemerovo State University, Kemerovo, Russia

FERTILITY: THE MALE ASPECT

A man's ability to fertilize (fertility) is directly dependent on the coordinated functioning of the reproductive tract organs responsible for the production and transport of male reproductive cells. Fertility indicators exhibit a high degree of variability due to natural factors such as the frequency of sexual activity, age-related changes, heredity, and phenotypic characteristics. An analysis of fertility indicators by age group revealed a negative correlation between a man's age and the molecular and functional characteristics of his sperm in cases of infertility. Age is a contributing factor to the increase in DNA damage and the decrease in the pool of mature gamete forms. The most significant negative changes occur in the age group over 40. This fact should be taken into account when creating personalized diagnostic algorithms and planning preconception preparation.

Key words: infertility; fertility; ART

Способность мужчины к оплодотворению (фертильность) напрямую зависит от слаженной работы органов репродуктивного тракта, отвечающих за продукцию и транспорт мужских половых клеток. Ключевыми факторами здесь выступают физико-химические свойства семенной жидкости, функциональная полноценность сперматозоидов и целостность их генетического аппарата, который необходим для успешного слияния с яйцеклеткой и последующего формирования эмбриона. Показатели фертильности отличаются высокой степенью изменчивости под влиянием естественных факторов: частоты половых контактов, возрастных изменений, наследственности и фенотипических признаков. Не последнюю роль играют общее физическое здоровье, наличие хронических или острых

патологий, привычки и экологические условия жизни [1, 2].

Существует прямая зависимость между возрастом мужчины и состоянием его репродуктивной системы: с годами количественные и качественные параметры эякулята имеют тенденцию к снижению. Шансы на зачатие ребенка у отцов старше 35 лет заметно уменьшаются по сравнению с более молодыми мужчинами, даже если применяются вспомогательные репродуктивные технологии (BPT). Современные научные работы подтверждают, что агрессивное воздействие химических веществ, физических факторов внешней среды, нездоровый образ жизни и интеркуррентные заболевания способны провоцировать оксидативный стресс, ведущий к избыточной генерации активных



10.24412/2686-7338-2026-2-76-80



NQCKCE

Информация для цитирования:

Тришкин А.Г., Шадринцев В.А., Плавко М.Н., Елгина С.И., Рудаева Е.В., Мозес В.Г., Шмелев А.А., Бочкарникова А.Г.,
Мозес К.Б. ФЕРТИЛЬНОСТЬ: МУЖСКОЙ АСПЕКТ //Мать и Дитя в Кузбассе. 2026. №2(105). С. 76-80.

How to Cite:

Trishkin A.G., Shadrincev V.A., Plavko M.N., Elgina S.I., Rudaeva E.V., Moses V.G., Shmelev A.A., Bochkarnikova A.G., Moses K.B.
FERTILITY: THE MALE ASPECT. Mother and baby in Kuzbass. 2026; 2(105): 76-80.



форм кислорода (АФК). Следствием этого становится поражение клеточных мембран и разрушение целостности ДНК в сперматозоидах. Подобные нарушения не только ухудшают функциональность гамет, но и увеличивают вероятность самопроизвольного прерывания беременности и появления врожденных аномалий у потомства [3, 4].

Лабораторная диагностика играет ключевую роль в оценке состояния репродуктивного здоровья мужчины, позволяя выявить этиологию бесплодия и возможные генетические поломки. Исследования эякулята, проводимые на базовом (спермограмма), расширенном и углубленном уровнях, согласно протоколам ВОЗ, включают в себя определение антиспермальных антител, оценку фрагментации ДНК, анализ на анеуплоидию, изучение соотношения гистонов и протаминов, маркеров оксидативного стресса и акросомальной реакции. Полученные в ходе этих тестов данные позволяют составить полное представление о функциональном потенциале сперматозоидов и качестве их генетического носителя, что критически важно для выяснения причин бесплодия, анализа неудачных попыток ВРТ, а также случаев привычного невынашивания [5-7].

Несмотря на широкое внедрение в практику тестов на антиспермальные антитела и фрагментацию ДНК, клиническая трактовка их результатов сопряжена с определенными сложностями. Основные проблемы обусловлены высокой вариабельностью измеряемых параметров, отсутствием унифицированных стандартов выполнения анализов и размытыми референсными интервалами. В сложившейся ситуации каждая лаборатория вынуждена разрабатывать собственные нормативные границы, что затрудняет сравнение данных.

Развитие аутоиммунного ответа по отношению к собственным гаметам сопровождается продукцией антиспермальных антител (АСАТ). Метод смешанной антиглобулиновой реакции (MAR-тест) относится к категории иммунологических исследований и позволяет выявить на поверхности сперматозоидов иммуноглобулины классов IgA и IgG, которые оказывают ингибирующее влияние на фертильность. Повышенный уровень АСАТ (более 50%) у мужчин, испытывающих трудности с зачатием, фиксируется чаще (2,6-6% случаев), чем у фертильных индивидов (0,9%). Данный феномен объясняется негативным воздействием антител на различные звенья репродуктивного процесса: они нарушают целостность мембран и структуру ДНК, снижают концентрацию и подвижность гамет, препятствуют их проникновению сквозь цервикальную слизь, а также блокируют капацитацию, акросомную реакцию и взаимодействие с ооцитом. Вероятность спонтанного зачатия у мужчин с 100% результатом MAR-теста значительно ниже (4,5%) по сравнению с теми, у кого этот показатель варьирует от 50% до 99% (30,0%). Ранее предлагавшийся порог в 50% не продемонстрировал достаточной прогностической ценности в отношении

наступления естественной беременности, в связи с чем эксперты ВОЗ констатировали невозможность установления четких референсных значений для MAR-теста, отнеся его к категории расширенных диагностических методик. Примечательно, что наличие АСАТ не оказывает значимого влияния на частоту успешных исходов при лечении бесплодия методами ЭКО и ИКСИ.

Всем пациентам, обращающимся по поводу бесплодия, рекомендовано прохождение базового анализа эякулята (спермограммы). Данное исследование подразумевает оценку объема семенной жидкости, подсчет концентрации и общего числа гамет, определение доли подвижных форм (с дифференцировкой на быструю и медленную поступательную подвижность), процента морфологически нормальных сперматозоидов и количества круглых клеток. В случаях, когда доля подвижных форм оказывается ниже 40%, дополнительно требуется оценка жизнеспособности сперматозоидов.

КЛАССИФИКАЦИЯ МЕТОДОВ ИССЛЕДОВАНИЯ ЭЯКУЛЯТА

1. Стандартное микроскопическое исследование (в соответствии с рекомендациями ВОЗ, 2021). Данный метод признан «золотым стандартом» на начальном этапе диагностики.

Макроскопическая оценка: анализ объема, вязкости, продолжительности разжижения, уровня pH и окраски.

Микроскопический анализ: установление концентрации сперматозоидов (млн/мл), оценка их общей и прогрессивной подвижности (сумма категорий А+В), а также жизнеспособности (с применением окрашивания).

2. Детальный морфологический анализ. Подразумевает оценку строения мужских гамет с использованием строгих критериев Крюгера.

Микроскопия окрашенных препаратов: дает возможность детально выявить аномалии развития головки, шейки или хвостовой части.

Клиническое значение: Превышение порога аномальных форм (> 96% по Крюгеру), или тератозооспермия, является маркером сниженной оплодотворяющей способности.

3. Специализированные и углубленные диагностические тесты:

- *MAR-тест (IgG, IgA):* предназначен для детекции антиспермальных антител, фиксированных на мембране гамет (диагностика иммунологического бесплодия);

- *Биохимические индикаторы:* фруктоза, цинк – показатели функциональной активности семенных пузырьков; α -глюкозидаза, L-карнитин – маркеры, отражающие работу придатка яичка;

- *Диагностика оксидативного стресса:* измерение концентрации в эякуляте активных форм кислорода (АФК), повреждающих сперматозоиды;

- *Тесты для оценки фрагментации ДНК (SDF) – методы TUNEL, SCSA:* позволяют оценить степень повреждения генетического материала, что наприя-

мую сказывается на успешности ВРТ и вероятности самопроизвольных аборт;

- *Электронная микроскопия*: метод высокого разрешения для изучения ультраструктурных дефектов (например, патологии фиброзной оболочки или элементов акросомы).

ЗНАЧЕНИЕ ТЕСТОВ В ДИАГНОСТИЧЕСКОМ АЛГОРИТМЕ

Применение специализированных тестов играет решающую роль в верификации идиопатических, иммунологических и генетически обусловленных форм бесплодия. Это позволяет сместить фокус от простой фиксации факта нарушения к установлению его причины и выбору оптимальной терапевтической тактики.

Иерархия диагностических мероприятий и их функции

Уровень 1: Первичный скрининг

Методы: Базовая спермограмма по стандартам ВОЗ (2021) в сочетании с MAR-тестом (при наличии признаков агглютинации).

Функция: Идентификация очевидных нарушений:

- проблемы тестикулярного генеза: олиго-, астено-, тератозооспермия, крипто- или азооспермия.

- иммунологический фактор: положительный MAR-тест (связывание антител $\geq 50\%$ подвижных форм) сигнализирует об аутоиммунной агрессии, способной блокировать фертильность даже при нормальных базовых показателях.

Уровень 2: Углубленная диагностика (при бесплодии неясного генеза)

Методы: Оценка фрагментации ДНК сперматозоидов (SDF) посредством SCSA или TUNEL.

Функция: Выявление скрытых генетических дефектов, неразличимых при стандартной микроскопии. Критически важно при отсутствии зачатия на фоне нормальной спермограммы, привычном невынашивании (риск повышается при DFI $>30\%$), неудачных циклах ВРТ (особенно ЭКО), выборе стратегии лечения (высокий DFI диктует необходимость поиска и устранения причин, например, варикоцеле, и коррекции метода ВРТ – предпочтение ИКСИ со специальной селекцией сперматозоидов).

В комплексе со спермограммой проводится НВА-тест – анализ на связывание сперматозоидов с применением гиалуроновой кислоты, новейший метод диагностики мужского бесплодия. Это помогает определить процент сперматозоидов, их структурную зрелость и потенциал к оплодотворению. Основной принцип этого теста заключается в способности зрелых сперматозоидов, обладающих высокой подвижностью и низким уровнем генетических дефектов, связываться с гиалуроновой кислотой, которая, в свою очередь, является основным компонентом ооцит-кумулюсного комплекса. Таким образом, с помощью НВА-теста можно определить степень зрелости мужских половых клеток,

что позволяет существенно повысить вероятность удачного оплодотворения.

Уровень 3: Этиологическая диагностика (при тяжелых формах патозооспермии и азооспермии)

Методы:

- генетическое тестирование – кариотипирование, поиск микроделений Y-хромосомы (AZF-локус), анализ мутаций гена CFTR при подозрении на обструктивную азооспермию;

- гормональный профиль – определение уровней ФСГ, ЛГ, тестостерона, ингибина В, АМГ;

- инструментальная диагностика – доплерография сосудов мошонки и ТРУЗИ.

Функция: Установление точной причины расстройства: генетически обусловленные синдромы (Клайнфельтера, AZF-делеции); эндокринные дисфункции (гипогонадотропный гипогонадизм); органические поражения (варикоцеле, обструкция семявыносящих путей).

Цель исследования – оценка фертильности у мужчин.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

Ретроспективно проведен анализ показателей фертильности у 264 мужчин в возрасте от 21 до 63 лет, супруги которых подали документы в Министерство Здравоохранения Кузбасса на базовую программу ВРТ по ОМС за период с августа по декабрь 2025 года. Все документы зарегистрированы на портале Информационной медицинской on-line системы Кемеровской области – Кузбасса в разделе ЭКО, прошли экспертизу на соответствие клиническим рекомендациям и действующим приказам, обследованы, согласно клиническим рекомендациям «Женское бесплодие» и «Мужское бесплодие».

Фертильность мужчин оценивалась по расширенным тестам – фрагментации ДНК, MAR и НВА-тестам.

Статистический анализ проводился с использованием программы StatTech v. 4.11.2 (разработчик – ООО «Статтех»).

РЕЗУЛЬТАТЫ

В ходе анализа данных 264 пациентов с верифицированным диагнозом «бесплодие» за период август-декабрь 2025 года были получены результаты, демонстрирующие влияние возрастного фактора на ключевые параметры сперматогенеза.

В исследуемой когорте доминировали лица молодого возраста (до 34 лет), их доля составила 47,7%. Пациенты возрастной категории 35-39 лет составляли 30,3%, а мужчины 40 лет и старше – 22%. Анализ частоты назначений показал высокую востребованность расширенных тестов: оценка фрагментации ДНК проводилась в 94,7% случаев, НВА-тест – в 86,7%. Исследование на антиспермальные антитела (MAR-тест) назначалось несколько реже – в 73,5% наблюдений.

Среди всех обследованных лидирующую позицию занимала патология, ассоциированная с повреждением генетического материала: повышенный индекс фрагментации ДНК зарегистрирован у 18% мужчин. Нарушения процесса созревания и повреждения мембранной целостности (по данным НВА-теста) выявлены у 17% пациентов. Наименьшую распространенность (3%) имел иммунологический фактор, подтвержденный положительным MAR-тестом.

Возрастные особенности назначения тестов показали закономерность: с увеличением возраста пациентов частота назначения расширенных диагностических методов снижается. Наиболее отчетливо эта тенденция прослеживается в отношении НВА-теста: он был проведен у 92,85% мужчин младше 34 лет, у 78,75% в группе 35-39 лет и у 84,5% лиц старше 40 лет. Сходная динамика, хотя и менее выраженная, характерна для MAR-теста и анализа фрагментации ДНК. Это, по-видимому, отражает существующую клиническую практику более тщательного обследования пациентов младшего возраста.

Сравнение усредненных значений основных параметров по трем возрастным стратам позволяет констатировать наличие достоверных возраст-ассоциированных изменений качества гамет. У мужчин старше 40 лет зафиксировано статистически значимое повышение средних показателей фрагментации ДНК, а также доли патологических результатов по этому тесту в сравнении с группой до 34 лет. Параллельно у пациентов старшей возрастной группы наблюдается достоверное ухудшение средних значений и рост числа аномальных результатов

НВА-теста, что указывает на возрастное сокращение пула зрелых форм с неповрежденными мембранами. Показатели MAR-теста не выявили четкой связи с возрастом, что подтверждает относительную автономность иммунологического фактора от возрастных процессов.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Совокупность полученных данных убедительно доказывает наличие обратной корреляционной связи между возрастом мужчины и молекулярно-функциональными характеристиками его сперматозоидов при бесплодии. Возраст выступает фактором, способствующим росту повреждений ДНК и уменьшению пула зрелых форм гамет. Это обстоятельство необходимо принимать во внимание при формировании персонализированных диагностических алгоритмов и планировании прегравидарной подготовки. Наиболее существенные негативные изменения приходятся на возрастную группу старше 40 лет. Вместе с тем, высокая частота выявления фрагментации ДНК (18%) даже у молодых мужчин (до 34 лет) подчеркивает необходимость включения данного теста в стандарт обследования всех пациентов с бесплодием, независимо от их возраста.

Информация о финансировании и конфликте интересов

Исследование не имело спонсорской поддержки. Авторы декларируют отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

ЛИТЕРАТУРА / REFERENCES:

1. Barron ML, Lithgow D, Wade GH, Mueller Luckey G. Fertility Health Knowledge in U.S. Adults: Men Narrowing the Knowledge Gap. *Am J Mens Health*. 2022; 16(5): 15579883221117915. doi: 10.1177/15579883221117915
2. Ezzati M, Shانهbandi D, Bahramzadeh B, Hamdi K, Pashaiasl M. Investigation of molecular cryopreservation, fertility potential and microRNA-mediated apoptosis in Oligoasthenoteratozoospermia men. *Cell Tissue Bank*. 2021; 22(1): 123-135. doi: 10.1007/s10561-020-09872-x
3. Farahani L, Tharakan T, Yap T, Ramsay JW, Jayasena CN, Minhas S. The semen microbiome and its impact on sperm function and male fertility: A systematic review and meta-analysis. *Andrology*. 2021; 9(1): 115-144. doi: 10.1111/andr.12886
4. Vorontsova L, Kozachuk A, Kovalenko V. Features of ejaculate microbiocenosis in men with impaired fertility, depending on the type of consumed alcoholic beverages. *Georgian Med News*. 2021; (320): 27-32.
5. Łakoma K, Kukharuk O, Śliż D. The Influence of Metabolic Factors and Diet on Fertility. *Nutrients*. 2023; 15(5): 1180. doi: 10.3390/nu15051180
6. Bourke SJ, Anderson A, Briggs J, Doe S, Echevarria C, Choudhary M, et al. Current status of fertility and family formation in men with cystic fibrosis. *Hum Fertil (Camb)*. 2021; 24(4): 298-303. doi: 10.1080/14647273.2019.1656824
7. Olefir YuV, Vinogradov IV, Rodionov MA, Zhivulko AR, Popov DM, Monakov DM. The Sixth WHO Manual on the Processing and Examination of Ejaculate: Is the New Old? *Urology Herald*. 2023; 11(1): 171-176 Russian (Олефир Ю.В., Виноградов И.В., Родионов М.А., Живулько А.Р., Попов Д.М., Монаков Д.М. Шестое руководство ВОЗ по обработке и исследованию эякулята: всё новое – это хорошо забытое старое? //Вестник урологии. 2023. Т. 11, № 1. С. 171-176.) doi: 10.21886/2308-6424-2023-11-1-171-176

КОРРЕСПОНДЕНЦИЮ АДРЕСОВАТЬ:

ЕЛГИНА Светлана Ивановна

650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова 22 а, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России

Тел: 8 (3842) 73-48-56 E-mail: elginas.i@mail.ru

ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРАХ

ТРИШКИН Алексей Геннадьевич, доктор мед. наук, зав. отделением ВРТ, Центр охраны здоровья семьи и репродукции «Красная Горка», 650044, г. Кемерово, ул. Суворова, д. 3а, Россия.
E-mail: ale-trishkin@yandex.ru ORCID 0009-0009-6012-7445

ШАДРИНЦЕВ Владимир Александрович, студент лечебного факультета, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, Россия.
E-mail: vova2565665@mail.ru

ПЛАВКО Марина Николаевна, студентка лечебного факультета, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, Россия. E-mail: plavko.marina@mail.ru

ЕЛГИНА Светлана Ивановна, доктор медицинских наук, доцент, профессор кафедры акушерства и гинекологии им. проф. Г.А. Ушаковой, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, Россия.
E-mail: elginas.i@mail.ru ORCID 0000-0002-6966-2681

РУДАЕВА Елена Владимировна, канд. мед. наук, доцент, доцент кафедры акушерства и гинекологии им. Г.А. Ушаковой, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, Россия.
E-mail: rudaeva@mail.ru ORCID 0000-0002-6599-9906

МОЗЕС Вадим Гельевич, доктор медицинских наук, профессор, директор медицинского института, ФГБОУ ВО КемГУ, 650000, г. Кемерово, ул. Красная, д. 6, Россия.
E-mail: vadimmoses@mail.ru ORCID 0000-0002-3269-9018

ШМЕЛЕВ Алексей Андреевич, биолог, Центр охраны здоровья семьи и репродукции «Красная Горка», 650044, г. Кемерово, ул. Суворова, д. 3а, Россия.
E-mail: Shmeliov.lexa@yandex.ru ORCID 0000-0001-6492-6134

БОЧКАРНИКОВА Асмик Гербертовна, акушер-гинеколог, репродуктолог, Центр охраны здоровья семьи и репродукции «Красная Горка», 650044, г. Кемерово, ул. Суворова, д. 3а, Россия.
E-mail: navoyan-asmik@mail.ru ORCID 0009-0008-8196-507X

МОЗЕС Кира Борисовна, ассистент кафедры поликлинической терапии и сестринского дела, ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России, 650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, д. 22а, Россия.
E-mail: kbsolo@mail.ru ORCID 0000-0003-2906-6217

INFORMATION ABOUT AUTHORS

TRISHKIN Aleksey Gennadievich, doctor of medical sciences, head of the department of ART, Center for Family Health and Reproduction «Krasnaya Gorka», 650044, Kemerovo, Suvorov St., 3a, Russia.
E-mail: ale-trishkin@yandex.ru ORCID 0009-0009-6012-7445

SHADRINTSEV Vladimir Alexandrovich, student of the faculty of medicine, Kemerovo State Medical University, 650056, Kemerovo, Voroshilova St., 22a, Russia. E-mail: Vova2565665@mail.ru

PLAVKO Marina Nikolaevna, student of the faculty of medicine, Kemerovo State Medical University, 650056, Kemerovo, Voroshilova St., 22a, Russia. E-mail: plavko.marina@mail.ru

ELGINA Svetlana Ivanovna, doctor of medical sciences, docent, professor of the department of obstetrics and gynecology named after G.A. Ushakova, Kemerovo State Medical University, 650056, Kemerovo, Voroshilova St., 22a, Russia.
E-mail: elginas.i@mail.ru ORCID 0000-0002-6966-2681

RUDAeva Elena Vladimirovna, candidate of medical sciences, docent, docent of the department of obstetrics and gynecology named after G.A. Ushakova, Kemerovo State Medical University, 650056, Kemerovo, Voroshilova St., 22a, Russia.
E-mail: rudaeva@mail.ru ORCID 0000-0002-6599-9906

MOSES Vadim Gelievich, doctor of medical sciences, professor, director of the Medical Institute, Kemerovo State University, 650000, Kemerovo, Krasnaya Street, 6, Russia.
E-mail: vadimmoses@mail.ru ORCID 0000-0002-3269-9018

SHMELEV Alexey Andreevich, biologist, Family Health and Reproduction Center «Krasnaya Gorka», 650044, Kemerovo, Suvorov St., 3a, Russia.
E-mail: Shmeliov.lexa@yandex.ru ORCID 0000-0001-6492-6134

BOCHKARNIKOVA Asmik Gerbertovna, obstetrician-gynecologist, Reproductive Specialist, Family Health and Reproduction Center «Krasnaya Gorka», 650044, Kemerovo, Suvorov St., 3a, Russia.
E-mail: navoyan-asmik@mail.ru ORCID 0009-0008-8196-507X

MOZES Kira Borisovna, assistant of the department of polyclinic therapy and nursing, Kemerovo State Medical University, 650056, Kemerovo, Voroshilova St., 22a, Russia.
E-mail: kbsolo@mail.ru ORCID 0000-0003-2906-6217



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License

© Тришкин А.Г., Шадринцев В.А., Плавко М.Н., Елгина С.И., Рудаева Е.В., Мозес В.Г., Шмелев А.А., Бочкарникова А.Г., Мозес К.Б.