



**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**
Федеральное государственное бюджетное учреждение науки
Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта
Российской академии наук
(ИМБ РАН)

Вавилова ул., д. 32, ГСП-1, В-334, Москва, 119991; Для телеграмм: Москва ИМБ РАН В-334,
тел. 8-499-135-23-11, 8-499-135-11-60; факс 8-499-135-14-05, E-mail: isinfo@eimb.ru
ОКПО 02699501, ОГРН 1037736018066, ИНН/КПП 7736055393/773601001

Мех. от 30.09.2025 № 12312-13/286



«УТВЕРЖДАЮ»

Директор ИМБ РАН
доктор биологических наук
академик РАН

С.Г. Георгиева
2025 г.

ОТЗЫВ ВЕДУЩЕЙ ОРГАНИЗАЦИИ

на диссертационную работу **Жур Кристины Валерьевны** «Анализ древней ДНК единичных археологических образцов как фундаментальная основа для построения исторических гипотез», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. Генетика.

Актуальность темы исследования

Палеогенетика совершила переворот в археологии, антропологии и истории. Если раньше учёные могли опираться только на материальные артефакты (орудия, керамику, погребальные обряды) и летописи, которые часто субъективны или отсутствуют, то теперь у них появился прямой биологический источник информации — геномы древних людей. Секвенирование геномов позволило очно отслеживать миграции и перемещения популяций, а не просто предполагать их по распространению культур, определять степень родства между различными группами населения, жившими в разные эпохи и в разных регионах, а также изучать демографические процессы, такие как размер популяций, «бутылочные горлышки», смешение и изоляцию.

Данные древней ДНК (дДНК) выступают в роли независимого арбитра, который может подтвердить, опровергнуть или существенно скорректировать существующие теории, в том числе, псевдонаучные и экстремистские. Генетические данные являются инструментом для объективного опровержения расистских и националистических мифов о «чистоте» или «превосходстве» одних народов над другими. Это одна из самых социально-значимых сторон палеогенетики.

Таким образом, актуальность палеогенетических исследований заключается в том, что они предоставляют уникальный, объективный и мощный подход для прямого изучения биологической истории человечества, позволяя по-новому ответить на извечные вопросы: «Откуда мы?», «Как мы расселились по планете?» и «Как наши предки взаимодействовали друг с другом?». Россия обладает уникальными археологическими

материалами мирового значения, однако большинство исследований древней ДНК до сих пор проводится за рубежом. Актуальность исследований К.В. Жур заключается не только в получении новых палеогенетических данных собственными силами, но и в создании надёжных и воспроизводимых методов их получения, позволяя вести диалог на равных с международным научным сообществом, используя единые и признанные стандарты.

Структура и содержание работы

Структура и содержание диссертации К.В. Жур выстроены логично и отражают комплексный подход к исследованию. Диссертация построена по неклассической схеме и состоит, помимо глубокого введения и обязательных заключения и выводов, из четырех крупных содержательных блоков:

- методологический (главы 1-2): создание и валидация отечественной платформы для работы с дДНК;

- историко-генетический (глава 3): применение разработанной платформы для изучения элиты средневековой Руси и решения давней исторической загадки о происхождении Рюриковичей;

- архео-генетический (глава 4): применение созданных методов для изучения древнейшего земледельческого населения Кавказа и реконструкции путей неолитизации.

Каждый из блоков включает детальный обзор литературы, методическую часть, результаты и их обсуждение. Так, в главе 1 представлена разработка системы лабораторной пробоподготовки древней ДНК, включая анализ особенностей и проблем работы с дДНК, описание материалов и методов (протоколы выделения ДНК), разработку и оптимизацию собственного протокола подготовки библиотек для секвенирования, и, наконец, представление созданной процедуры комплексной системы пробоподготовки - от костного образца до секвенирования. Глава 2 посвящена влиянию постмортального дезаминирования ДНК на результаты секвенирования геномов. Отдельно следует выделить подробный обзор статистических методов анализа (PCA, ADMIXTURE, F-статистики, qpAdm, IBD и др.) и потенциальных источников ошибок. К.В. Жур проведена экспериментальная оценка влияния разных методов пробоподготовки на итоговые популяционно-генетические результаты. Показано, что отсутствие ферментативной обработки УДГ приводит к появлению артефактных «ложных» компонентов в анализе. Глава 3 описывает результаты реконструкции генетического профиля Рюриковича, в том числе интереснейший историко-археологический контекст погребения князя Дмитрия Александровича. Развернутые результаты и их интерпретация позволили сделать ключевой вывод о Y-хромосомной гаплогруппе N1a у князя Дмитрия Александровича и ее связи с современными "Рюриковичами". Применение созданного аналитического маршрута обработки данных секвенирования древней ДНК, включая методы PCA и ADMIXTURE, позволило установить наличие "восточно-евразийского" компонента, а моделирование происхождения с использованием пакета qpAdm - описать роль скандинавского ("викинги"), степного и финно-угорского компонентов. В главе 4 представлены результаты реконструкции генетического профиля энеолитического образца из Нальчикского могильника с Северного Кавказа в историческом контексте культуры Дарквети-Мешоко. По результатам исследования полученного генома выявлено смешанное генетическое происхождение и обнаружено генетическое родство с

Хвалынской культурой, что свидетельствует о кавказском пути распространения земледелия в степи Восточной Европы.

Работа изложена на 220 страницах, включает 102 источника и 9 приложений в виде данных моделирования и статистической обработки полученных геномов.

Научная новизна

Работа К.В. Жур объединила генетику, археологию, историю и антропологию, предложив новые инструменты для проверки гипотез о миграциях, происхождении элит и культурных взаимодействий. Впервые в России разработана и валидирована комплексная система пробоподготовки дДНК, адаптированная для высокопроизводительного секвенирования. Создан модифицированный протокол подготовки библиотек на основе коммерческого набора Accel-NGS 1S Plus DNA Library Kit, позволяющий сохранять характерные повреждения дДНК («усы древности») и обеспечивающий секвенирование с высокой эффективностью. Создан универсальный аналитический маршрут для обработки данных дДНК, интегрирующий методы PCA, ADMIXTURE, F-статистики, qpAdm, IBD-анализ. Показана важность контроля контаминации и качества данных на всех этапах — от забора и обработки первичного материала до биоинформатического анализа. Экспериментально доказано влияние постмортальных повреждений ДНК в виде дезаминирования на результаты популяционно-генетического анализа с использованием ADMIXTURE, PCA, F-статистики. Предложен подход к минимизации ошибок посредством уникального анализа трансверсий.

Впервые секвенирован геном представителя династии Рюриковичей — князя Дмитрия Александровича (XIII в.). Установлено, что его Y-хромосомная гаплогруппа относится к N1a (подветвь N-Y10931), что подтверждает единство рода по мужской линии, начиная с Ярослава Мудрого. Обнаружен восточно-евразийский генетический компонент (~14%), связывающий его с популяциями Сибири и финно-угорскими группами. Впервые получен геном представителя энеолитической культуры Дарквети-Мешоко (Нальчикский могильник, Северный Кавказ, ~5000 л. н.). Выявлено смешанное генетическое происхождение индивида, включающее генетические компоненты кавказских охотников-собирателей, восточно-европейских степных групп и ранних земледельцев Западной Азии.

Обоснованность и достоверность научных положений, выводов и рекомендаций

В работе поставлены четыре основных задачи, по которым сформулированы пять положений, выносимых на защиту, полностью отражающих эти задачи. По результатам диссертационной работы сформулированы шесть выводов, которые соответствуют сформулированным целям и задачам исследования. Выносимые положения подтверждаются результатами работы и являются научно обоснованными и практически значимыми.

Достоверность представленных в диссертации данных и сделанных выводов соответствует полученному объему экспериментального материала, а также обоснованно подтверждена комплексом современных молекулярно-генетических, биоинформатических и статистических методов.

Основные результаты диссертационной работы в полной мере отражены в публикациях. По теме диссертации опубликовано 12 печатных работ, в том числе три

статьи в высокорейтинговых рецензируемых научных журналах, индексируемых в базах данных Web of Science, Scopus и в «Белом списке» научных журналов Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, а также 6 тезисов докладов на научных мероприятиях.

Практическая ценность результатов

Практическая значимость диссертационной работы К.В. Жур выходит за рамки академических интересов. Она способствует технологическому суверенитету России в области палеогенетики, предоставляет инструменты для точной исторической реконструкции и вносит вклад в борьбу со спекулятивными идеологическими концепциями. К.В. Жур создана стандартизированная система работы с древней ДНК (от выделения до анализа), позволяющая проводить исследования на международном уровне без зависимости от зарубежных лабораторий. Разработанные протоколы (модификация коммерческих наборов, методы минимизации загрязнений) могут быть внедрены в других российских научных центрах. Методы работы с деградированной ДНК могут быть адаптированы в судебной медицине (анализ давних биологических образцов), в других медико-генетических исследованиях, например, при изучении древних патогенных микроорганизмов. Подходы к предсказанию фенотипа (цвет волос, глаз, кожи) на основе древней ДНК полезны в антропологической реконструкции.

Полученные К.В. Жур результаты вносят солидный вклад в историческую науку и археологию. Подтверждено генетическое единство рода Рюриковичей (гаплогруппа N1a), что позволяет отсеять ложные генеалогические постулаты и уточнить исторические летописи. На основе генетических данных установлены миграционные пути распространения земледелия из Западной Азии через Кавказ в степи Восточной Европы. Эти данные могут быть основой для пересмотра этнокультурных процессов в энеолите и средневековье.

Замечания и вопросы

В целом, диссертационное исследование К.В. Жур изложено последовательно и целостно, результаты являются оригинальными и отражают как новизну данной работы, так и проявленное диссертантом высокое экспериментальное мастерство. Орфографических ошибок и опечаток в работе содержится незначительное количество.

Как и в любом научном исследовании, к работе К.В. Жур можно предъявить ряд вопросов и замечаний:

1. Исследование построено на анализе двух уникальных, но единичных образцов (князь и представитель культуры Дарквети-Мешоко). Выводы о целом роде (Рюриковичи) или археологической культуре, сделанные на основе одного индивида, всегда требуют осторожности. Нельзя исключать возможность нетипичности именно этого индивида для своей группы.

2. Метод qpAdm, активно используемый в работе, является мощным, но его результаты сильно зависят от выбора референсных популяций («sources» и «outgroups»). Разные комбинации источников могут давать статистически значимые, но альтернативные модели. Автором проведен множественный перебор, но всегда остается вопрос: были ли рассмотрены все возможные кандидаты в источники?

3. Для образца князя Дмитрия Александровича указано среднее покрытие генома 0,06х. Это достаточно низкое значение, которое увеличивает ошибку в анализе, особенно при генотипировании и последующем моделировании. Хотя для псевдогаплотипного подхода такое покрытие допустимо, но может быть источником потенциальной неточности.

4. В работе используется частичная ферментативная обработка для сохранения «усов древности», но для основного анализа используется библиотека с полной обработкой (KLD_UDG). Однако для образца князя не совсем ясен уровень обработки – полная или частичная. Могут ли эти варианты влиять на картирование и точность?

5. Интерпретация восточного компонента у князя как свидетельства связей с Сибирью через финно-угорские популяции убедительна, но не единственна. Этот же компонент мог быть привнесен через контакты с кочевниками евразийских степей (например, через аварский или хазарский компонент), что также обсуждается, но акцент сделан на северном пути.

6. Вывод о кавказском пути распространения земледелия в степи, сделанный на основе генетического сходства одного образца из Нальчика и хвалынской культуры, является смелой и интересной гипотезой. Однако для подтверждения этой модели нужны дополнительные геномные данные с обеих сторон предполагаемого миграционного коридора.

Вышеперечисленные замечания и комментарии ни в коем случае не умаляют ее значимости работы, а скорее указывают на области, где выводы требуют особенно осторожной интерпретации и где есть пространство для дальнейших исследований. Основные риски связаны с классической проблемой палеогенетики: широкие выводы о популяциях и исторических процессах на основе ограниченного числа уникальных образцов. Автор осознает эти ограничения и во многих случаях оговаривает их, что является признаком добросовестного исследования.

Автореферат полностью отражает содержание диссертации, тщательно оформлен и хорошо проиллюстрирован.

Заключение

Диссертационная работа Жур Кристины Валерьевны «Анализ древней ДНК единичных археологических образцов как фундаментальная основа для построения исторических гипотез» представляет собой целостное и завершенное исследование по актуальной теме, выполненное на высоком методологическом уровне, результаты которого имеют существенное значение для современной генетики, археологии, истории и антропологии.

Содержание диссертационной работы Жур Кристины Валерьевны полностью соответствует п.п. 9-14 Положения «О порядке присуждения ученых степеней», утвержденного Постановлением Правительства Российской Федерации №842 от 24.09.2013 г. (с действующими изменениями), предъявляемым к диссертациям, представленным на соискание степени кандидата биологических наук, а ее автор Жур Кристина Валерьевна заслуживает присуждения степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7 – генетика биологической отрасли наук.

Отзыв на диссертационную работу К.В. Жур ««Анализ древней ДНК единичных археологических образцов как фундаментальная основа для построения исторических

гипотез», представленную на соискание ученой степени кандидата биологических наук по специальности 1.5.7. Генетика, заслушан и утвержден на объединенном заседании профильных лабораторий ИМБ РАН 26 сентября 2025 г. (протокол № 4).

Отзыв на диссертационную работу К.В. Жур подготовлен главным научным сотрудником ИМБ РАН Грядуновым Дмитрием Александровичем.

главный научный сотрудник,
заведующий лабораторией технологий
молекулярной диагностики ИМБ РАН

Доктор биологических наук
по специальности 03.01.03. Молекулярная биология



Грядунов Д.А.

119991 г. Москва, ул. Вавилова, д. 32. Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт молекулярной биологии им. В.А. Энгельгардта Российской академии наук (ИМБ РАН).

Тел (499) 135-23-11. E-mail isinfo@eimb.ru

Грядунов Дмитрий Александрович. Эл. почта grad@biochip.ru

Подпись Грядунова Дмитрия Александровича
заверяю

Ученый секретарь ИМБ РАН, к.ф.-м.н.



Коновалова Е.В.

«30» сентября 2025 г.