

УДК 599:551.782.11.782.2

ВОЗРАСТ ГРАНИЦ И ПОЛОЖЕНИЕ В МАГНИТОХРОНОЛОГИЧЕСКОЙ ШКАЛЕ РУСЦИНИЯ И НИЖНЕГО ВИЛЛАФРАНКА

© 2005 г. Э. А. Вангенгейм, М. А. Певзнер, А. С. Тесаков

Геологический институт РАН, Москва

Поступила в редакцию 10.11.2004 г., получена после доработки 19.01.2005 г.

Анализ магнитостратиграфических данных и систематического состава комплексов млекопитающих из местонахождений конца миоцена – среднего плиоцена Западной и Восточной Европы, Западной Сибири, Монголии и Китая показал, что существенная перестройка фауны произошла около 6 млн. лет назад (вблизи инверсии С3Ан/Гильберт). В связи с этим границу между туролием и русцинием следует проводить стратиграфически ниже принятой в настоящее время границы между миоценом и плиоценом. В качестве нижнего подразделения русциния предлагается выделить дополнительную зону – MN14А, предшествующую зоне MN14. Граница русциний/виллафранк близка инверсии Гильберт/Гаусс и границе между нижним и средним плиоценом. Верхняя граница нижнего виллафранка – в конце хрона Гаусс – немного древнее границы между средним и верхним плиоценом. Объем нижнего виллафранка по крупным млекопитающим совпадает с объемом зоны MN16 по грызунам и с урывским комплексом мелких млекопитающих Русской равнины.

Ключевые слова. Русциний, виллафранк, миоцен, плиоцен, млекопитающие, магнитостратиграфия, зоны по млекопитающим.

ВВЕДЕНИЕ

Плиоцену и началу плейстоцена международной стратиграфической шкалы соответствуют “континентальные ярусы” шкалы по млекопитающим (Mammal Faunal Units, Land Mammal Ages) – русциний и виллафранк или вилланий. В грубом приближении русциний отвечает нижнему плиоцену, виллафранк – среднему–верхнему плиоцену и началу плейстоцена, вилланий – среднему–верхнему плиоцену. Вилланий соответствует нижнему и среднему виллафранку (Ginsburg, 1975; Azzaroli et al., 1986; Fejfar et al., 1998). “Континентальные ярусы” подразделяются на MN зоны (MN – млекопитающие неогена). Русциний и виллафранк охватывают зоны MN14–17. В последнюю П. Мэн включает нижнюю часть зоны MQ18 Гирена (Mein, 1989; Guerin, 1982).

В настоящее время о возрасте границ русциния и нижнего виллафранка, а, соответственно, и о положении их в магнитохронологической шкале у исследователей нет единого мнения (рис. 1). Это объясняется, с одной стороны, различным пониманием объема этих подразделений, с другой – неоднозначностью интерпретации палеомагнитных данных по местонахождениям млекопитающих. Имеются разногласия и в сопоставлении подразделений виллафранка с зонами шкалы по млекопитающим (MN), а также в отнесении некоторых местонахождений к той или иной зоне.

Цель настоящей работы – рассмотреть материалы по местонахождениям млекопитающих территории СНГ, Монголии и Китая, имеющих палеомагнитные характеристики, а также некоторые данные по местонахождениям Европы, которые, как представляется, могут помочь в решении спорных вопросов о возрасте границ и положении в магнитохронологической шкале русциния и нижнего виллафранка.

Для установления стратиграфической последовательности местонахождений млекопитающих, наряду с геологическими данными и палеомагнитными характеристиками, мы использовали степень гипсодонтии полевок и датировки местонахождений, полученные “биометрическим” методом (Певзнер, Вангенгейм, 1994). Как известно, гипсодонтия полевок необратимо возрастает вверх по временной шкале. Хорошим показателем гипсодонтии является степень развития дентиновых трактов коренных зубов. Степень гипсодонтии русцинийских полевок рода *Promiomys* определялась величиной суммы высот трех дентиновых трактов на первом нижнем моляре. Последовательность нижневиллафранкских местонахождений контролировалась степенью гипсодонтии первых нижних моляров – НН-индексом (Rabeder, 1981) – представителей трех филетических линий: крупных *Miomomys*, *Pitymimomys* и *Borsodia*. Следует отметить, что к значениям коэффициентов гипсодонтности, полученных по не-

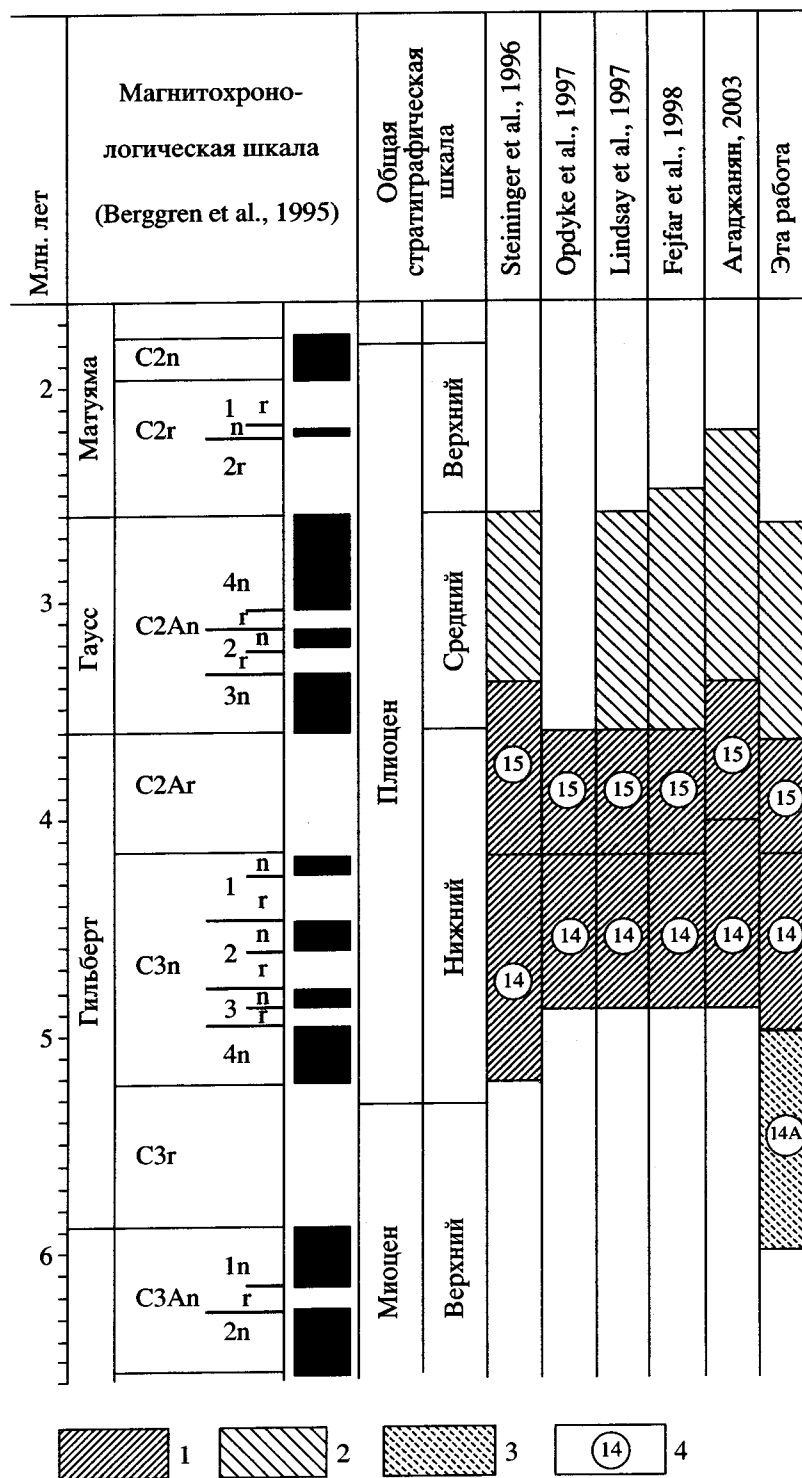


Рис. 1. Положение в магнитохронологической шкале русциния и нижнего виллафранка по разным авторам.
 1 – русциний; 2 – нижний виллафранк; 3 – предлагаемая новая зона в пределах русциния; 4 – MN зоны русциния.

большому количеству зубов, нужно относиться с осторожностью, поскольку они могут не отражать истинной средней величины этого параметра. При недостаточном материале по m1 использовались данные по другим зубам зубного ряда.

Основу “биометрического” метода датирования составляет закономерное экспоненциальное изменение во времени эволюционно значимых морфологических параметров в одной филетической линии. При известном возрасте трех опорных ме-

стонахождений представляется возможным по величине морфологического параметра (в данной работе использована степень гипсодонтии полевок) оценить возраст промежуточных местонахождений путем интерполяции.

РУСЦИНИЙ

Первоначально континентальная шкала Европы по млекопитающим создавалась независимо от морских шкал и основывалась на анализе этапов развития фауны. Были сформулированы более или менее четкие фаунистические критерии границ этих этапов. По определению О. Фейфара (Fejfar et al., 1997, p. 262), русциний – это “временной интервал зоны совместного распространения родов *Trilophomys* и *Ruscinomys*. Нижняя граница: FAD¹ *Trilophomys*. Верхняя граница: FAD *Borsodia*, определяющая начало виллания. Кроме того, начало русциния также характеризуется FAD ряда новых таксонов, таких как *Celadensia*, *Protomys* и *Baranomys*”. В восточной Испании для определения начала русциния принимается появление родов *Celadensia*, *Eozapus*, *Micromys*, *Rhagapodemus* (Opdyke et al., 1997, p. 144). В фауне крупных млекопитающих начало русциния определялось по появлению родов *Paracervulus*, *Sus*, *Tapirus*, *Arctomeles*, *Pliohyaena* (= *Pliocrocuta*) (Mein, 1989; *Biochronologie...* 1997 и др.).

Очевидно, что для обширной территории Палеарктики нельзя сформулировать единый фаунистический критерий нижней границы фаунистического подразделения в силу существенных палеозоогеографических, палеоландшафтных и палеоклиматических различий между биопровинциями. Однако для каждой провинции можно установить свои критерии и найти связующие маркеры для соседних регионов. Но при этом необходимо применение независимых от фауны методов определения синхронности фаунистических рубежей. Важнейшим из них служит палеомагнитный метод.

В последнее время появилась тенденция совместить границу туролий/русциний с мио-плиоценовой границей, установленной в морских отложениях. При таком подходе фаунистические критерии нижней границы русциния “размылись”. Это привело к перемещению отдельных пограничных местонахождений из русциния в туролий только потому, что они имеют миоценовый возраст.

В настоящее время различными исследователями возраст нижней границы русциния оценивается или в 5.3 млн. лет, если она совмещается с границей миоцен/плиоцен (Steininger et al., 1996; Azanza et al., 1997; Mein, 1989), или в 4.9 млн. лет –

¹ FAD – First Appearance Datum – первое появление формы.

между субхронами Твера и Сидуфиал (Opdyke et al., 1997; Lindsay et al., 1997; Fejfar et al., 1998 и др.). О возрасте нижней границы русциния около 6 млн. лет (в верхней части хрона С3An) была высказана точка зрения, основанная на материалах из азиатской части России, Казахстана и Монголии (Певзнер и др., 1982; Pevzner et al., 1996).

Положение в стратиграфической и магнитохронологической шкалах некоторых опорных местонахождений, относимых к концу туролия

Для решения вопроса о возрасте нижней границы русциния принципиально важны испанские местонахождения Ла Альберка и Фуэнте дель Визо, помещаемые по фауне в туролий вблизи границы туролий/русциний (de Bruijn et al., 1992; Opdyke et al., 1997). Местонахождение Ла Альберка приурочено к отложениям мессиния, охарактеризованным планктонными фораминиферами зоны N17 шкалы Блоу (de Bruijn et al., 1975) или зоны M1 10 шкалы Берггрена (Berggren et al., 1995). Возраст последней оценивается в интервале 7.2–5.6 млн. лет. Таким образом, возраст местонахождения Ла Альберка не моложе 5.6 млн. лет. Агийяр и Мишо (Aguilar, Michaux, 1997) это местонахождение помещают в стратиграфической шкале в доэвапоритовую часть мессиния. Начало мессинийского кризиса солености оценивается в 5.8 млн. лет (Berggren et al., 1995). Следовательно, местонахождение Ла Альберка древнее 5.8 млн. лет.

Местонахождение Фуэнте дель Визо (бассейн Кабриэль, Испания, разрез Кабриэль южный) связано с толщиной озерных осадков. Костеносный горизонт в этом разрезе заключен в обратно намагнитченных отложениях (магнитозона R5 – установлена по двум образцам), которые сопоставляются с интервалом обратной полярности между субхронами Твера и Сидуфиал (рис. 2, II). Нижняя граница русциния по этим данным оценивается в 4.9 млн. лет (нижняя граница субхрона Сидуфиал имеет возраст 4.89 млн. лет) (Opdyke et al., 1997). В фауне присутствует *Apodemus gorafensis* Ruiz Bustos et al., по данным Э. Мартин Суарес и П. Мэна (Martin Suarez, Mein, 1998), характерная для русциния.

Вызывает удивление такая огромная разница в оценке возраста близких по фауне местонахождений: 4.9 млн. лет – Фуэнте дель Визо и древнее 5.8 млн. лет – Ла Альберка. Если оба местонахождения близки к границе туролий/русциний, то какими фаунами может быть заполнен временной интервал около 1 млн. лет между этими местонахождениями? Противоречия снимаются, если принять первоначальную интерпретацию палеомагнитных данных, ранее предложенную теми же авторами (Opdyke et al., 1989), при которой часть

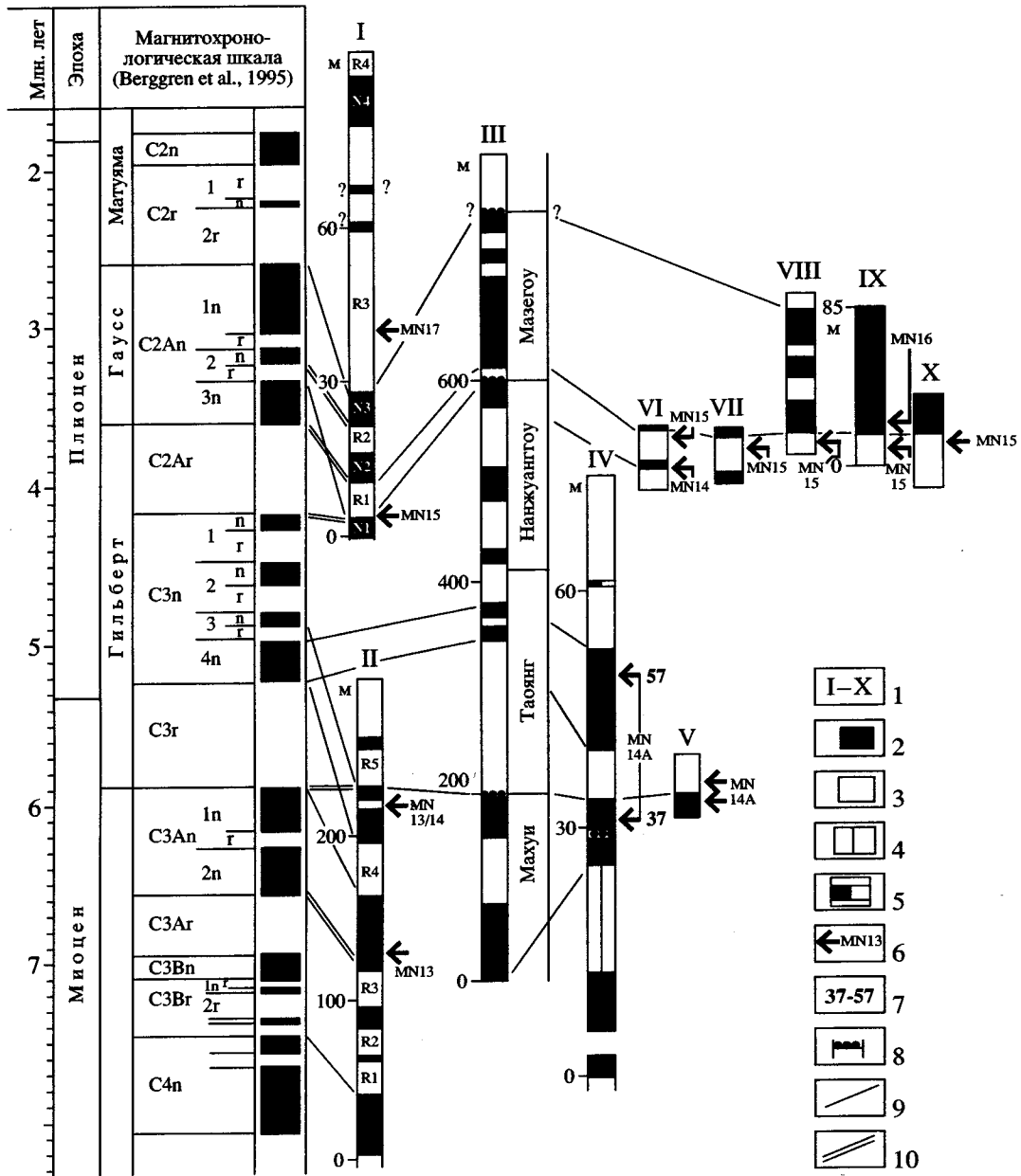


Рис. 2. Палеомагнитные характеристики опорных местонахождений русциния и раннего виллафранка.

1 – номера местонахождений: I – Галера (Garces et al., 1997), II – Фуэнте дель Визо (Кабриэль южный) (Opdyke et al., 1997), III – Бассейн Юше (Tedford et al., 1991), IV – Хиргис-Нур 2 (Певзнер и др., 1982), V – Новая Станица (Зыкин и др., 1991), VI – Орриос, VII – Виллальба Альта Рио, VIII – Виллальба Альта, IX – Эскуриуэла, X – Лома дель Кастильо (VI–X: Opdyke et al., 1997); 2 – зоны прямой полярности; 3 – зоны обратной полярности; 4 – зона неуверенной обратной полярности; 5 – зона неуверенной прямой полярности; 6 – положение фаунистических горизонтов и MN зоны; 7 – тафономические уровни в разрезе Хиргис-Нур 2; 8 – перерывы; 9 – линии корреляции с магнитохронологической шкалой; 10 – предлагаемая авторами настоящей работы корреляция с магнитохронологической шкалой для местонахождений Галера (I) и Фуэнте дель Визо – Кабриэль южный (II) (см. также Opdyke et al., 1989).

разреза с фауной Фуэнте дель Визо сопоставлялась с эпохой магнитной полярности 5 (C3An) и началом эпохи Гильберт, и это местонахождение помещалось вблизи инверсии C3An/Гильберт. Несколько более древняя фауна местонахождения Вента дель Моро (MN13) сопоставлялась с серединой эпохи 5 (граница C3An2n/1r).

Следует отметить, что в разрезе Абад в юго-восточной Испании Ф. Сиерро с соавторами обнаружили уровень с обратной намагниченностью отложений в середине хрона C3An1n. И они считают, что если это не артефакт, связанный с диагенезом, то можно предположить существование обратного криптохрона в хроне C3An1n, тем бо-

лее что в скважине 845А (рейс 138) в восточной экваториальной Пацифике также отмечался уровень с обратной? полярностью в этом хроне (Siergo, et al., 2001). Возможно, этому же криптохрому соответствует магнитозона R5 и в разрезе Кабриэль южный? Тогда местонахождение Фуэнте дель Визо можно сопоставить с серединой субхрона C3An1n. В любом случае граница туролий/русциний будет древнее 4.9 млн. лет и близка к инверсии C3A/Гильберт.

Местонахождение Б а ч и н е л л о V3 (Италия) содержит характерные для русциния формы: *Celadensia*, *Tarirus cf. arvernensis*, *Dicerorhinus cf. megarhinus*, *Sus*. Костеносный горизонт залегает в озерных отложениях верхов мессиния, перекрытых морскими плиоценовыми осадками (Rook, 1992; Rook, Torre, 1995). Де Бройн и др. (de Bruijn et al., 1992) и Фейфар (Fejfar et al., 1997) помещали это местонахождение в русциний. На конгрессе "Biochron'97" в Монпелье в 1997 г. было решено переместить его в туролий, поскольку оно "принадлежит к концу миоцена" (Biochronologie..., 1997, p. 799).

Местонахождение Л а Т у р на юге Франции с самой древней находкой *Trilophomys* располагается в верхней части миоценовой молассы Валенсоле (unit I) непосредственно ниже "мессинийской эрозионной поверхности", перекрытой плиоценовыми отложениями формации Валенсоле (unit II) (Aguilar et al., 1989; Clauzon et al., 1990). Э. Мартин Суарес и П. Мэн (Martin Suarez, Mein, 1998) помещают это местонахождение на границу туролий/русциний.

Фауна терминального туролия (конец MN13) известна из отложений карабулакской свиты в местонахождении К а л м а к п а й в Казахстане. Костеносный горизонт имеет нормальную намагниченность (Яхимович и др. 1993) и нами сопоставляется с субхроном C3An2n (Вангенгейм и др., 1993). В фауне присутствуют типично туролийские формы: *Adcrocuta eximia* (Roth et Wagn.), *Nyaenictitherium*, *Plesiogulo crassa* (Telh.), *Cervavitus novorossiae* Khomenko и другие.

Хороший магнитостратиграфический разрез получен в Китае в бассейне Юше, провинция Шаньси (Tedford et al., 1991; Flynn, Wo, 2001). В основании разреза залегают костеносные отложения формации Махуи (Mahui) с остатками типично туролийских животных: *Adcrocuta*, *Indarctos*, *Machairodus* и др. Нормальная намагниченность этой части разреза коррелируется с хроном C3An. Выше с перерывом (около 0, 1 млн. лет) залегают отложения формации Гаожуанг (Gaozhuang). Они имеют преимущественно обратную намагниченность и сопоставляются с хроном Гильберт (рис. 2, III). Фауна млекопитающих из нижней пачки этой формации – Таоянг (Taoyang) – содержит *Proboscideipparion*, *Plesiohipparion*, *Plio-*

hyaena, *Sus*, имеет много общих элементов с известной фауной Внутренней Монголии Эртемте и считается одновозрастной с последней с возрастом около 5.5 млн. лет (нижняя часть хрона Гильберт – Flynn, 1997).

В фауне Эртемте отсутствуют общие виды с Европой. Корреляция проводится на основании сравнения эволюционного уровня родов с известными европейскими и китайскими местонахождениями, "при условии, что такие эволюционные градации примерно одновременны на большой географической площади" (Storch, 1987, p. 404). Формы из Эртемте архаичнее, чем аналоги из польских местонахождений Венже (MN15) и Подлещице (MN14), прогрессивнее, чем из раннего туролия Испании, австрийского местонахождения Айхкогель (MN11), и из китайского местонахождения Луфенг (MN12). Представители некоторых родов из Эртемте, известных из русциния Европы, как, например, *Micromys* и *Orientalomys*, более примитивны, чем все описанные до сих пор виды. На этом основании фауна Эртемте относится к концу зоны MN13 (Wu, 1991; Qiu, 1991). Местонахождение Хар-Обо 2, расположенное вблизи Эртемте, считается несколько более молодым – помещается на границу туролий/русциний или в зону MN14. В нем найдены остатки *Rhagapodemus*, сравнимые с древнейшими европейскими русцинийскими видами (Storch, 1987).

Положение в магнитохронологической шкале некоторых опорных местонахождений русциния

В континентальной шкале Европы русцинию отвечает две зоны: MN14 и MN15. Местонахождения Сельнев и Виве 2 на юге Франции относятся к началу русциния и началу зоны MN14. В обоих местонахождениях костеносные горизонты имеют обратную намагниченность и сопоставляются с хроном C3r, т.е. древнее 5.23 млн. лет (нижняя граница субхрона Твера) (Steininger et al., 1996). Местонахождение Виве 2 приурочено к континентальным отложениям, фациально замещающимся морскими осадками начала занклия – зоны MPL1 (Clauzon et al., 1989). Верхняя граница зоны MPL1 проходит в нижней части субхрона Твера и имеет возраст около 5, 18 млн. лет (Van Couvering et al., 1998). Эти данные противоречат датировке нижней границы русциния в 4.9 млн. лет (см. выше).

О. Фейфар (Fejfar et al., 1998) в начале русциния и зоны MN14 помещает биозону *Promiomys insuliferus*. О времени появления этой формы прямых данных (радиоизотопных или магнитостратиграфических) в настоящее время нет. На территории СНГ имеется ряд местонахождений, позволяющих косвенно оценить время появления – минимальный возраст FAD *P. insuliferus*.

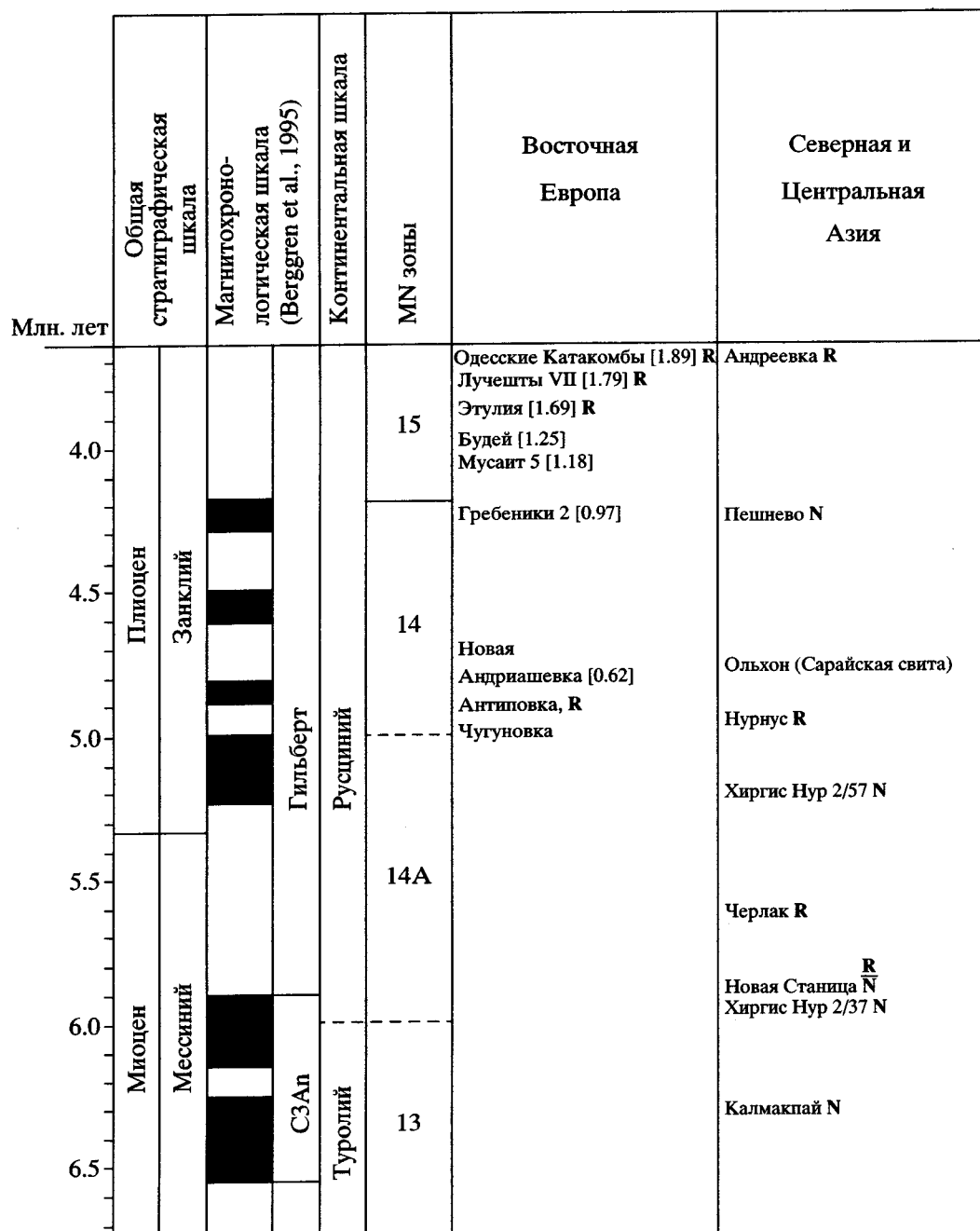


Рис. 3. Положение местонахождений терминального туролия и русиния в магнитохронологической и стратиграфической шкалах.

Полярность: R – обратная, N – прямая; в квадратных скобках – индексы гипсодонтии полевок.

Местонахождение Новая Андриашевка в Молдове с *Promiomys insuliferus* Kow. (рис. 3) приурочено к отложениям так называемого кучурганского гравия (Вангенгейм и др., 1995). Для этого местонахождения “биометрическим” методом с использованием шкалы СК92 был получен возраст 4.4 ± 0.06 млн. лет, что определяло его положение вблизи субхрона Сидуфиал (Певзнер, Вангенгейм, 1994). Пересчитанный по шкале

СК95 (Berggren et al., 1995) этот возраст равен 4.76 млн. лет². Фауна из “кучурганского гравия” выделяется в кучурганский фаунистический комплекс.

² Далее датировки местонахождений, полученные “биометрическим” методом по шкале СК92 (Певзнер, Вангенгейм, 1994), приведены в пересчете на шкалу СК 95 (Berggren et al., 1995).

Следует отметить, что местонахождение Подлещице (Польша) – типовое для *P. insuliferus* – практически одновозрастно местонахождению Новая Андриашевка, как можно судить по величине индекса гипсодонтности на $m1: 0.436 \pm 0.025$, $\sigma = \pm 0.056$ ($n = 5$) для Новой Андриашевки и 0.441 ± 0.039 , $\sigma = \pm 0.087$, ($n = 5$) – для Подлещице.

Местонахождения Антиповка и Чугуновка в бассейне верхнего течения Дона к югу от Воронежа также содержат остатки *P. insuliferus*. Они приурочены к аллювиальным отложениям погребенной древней террасы Дона (Agadjanian, Kowalski, 1979; Верхний плиоцен..., 1985). Точное положение этих местонахождений по отношению к Новой Андриашевке не может быть установлено без тщательного изучения морфологии зубов *P. insuliferus*. Однако полевка из Новой Андриашевки кажется несколько более прогрессивной, чем форма из донских местонахождений. Обратная намагниченность костеносных отложений в Антиповке (Верхний плиоцен..., 1985) позволяет поместить это местонахождение в магнитохронологической шкале в интервал обратной полярности стратиграфически ниже субхрона Сидуфиал (рис. 3).

Местонахождение Нурнус с *P. insuliferus* в долине р. Раздан, Армения, обнаружено в обратном намагниченном отложении глинисто-диатомитовой нурнусской свиты. Эта свита залегает стратиграфически выше риолитов с К-Аг возрастом 4.8 ± 0.5 млн. лет (датировка 1983 г.). Костеносная толща коррелируется с интервалом магнитохронологической шкалы между субхронами Сидуфиал и Нунивак (Мелик-Адамян, 2003). Однако если учесть расхождение в возрасте границ палеомагнитных подразделений шкалы СК95 и более ранних шкал, то датировку риолитов следует удешевить для этого интервала шкалы на 8.7% (Berggren et al., 1995) и она окажется равной 5.2 ± 0.5 млн. лет. В таком случае местонахождение Нурнус может соответствовать более раннему интервалу магнитохронологической шкалы – между субхронами Твера и Сидуфиал. Из приведенных данных можно заключить, что *Promiomys insuliferus* появилась не позже 4.9 млн. лет назад. Остатки *P. insuliferus* известны с о. Ольхон на Байкале. Достоверные палеомагнитные данные для этого местонахождения отсутствуют (Покатилов, 1985).

К концу зоны MN14 отнесены фауны Обуховки в низовьях Дона и Гребеников 2 в “кучурганском гравии” в Украине с полевкой, близкой к *Promiomys moldavicus* Korm. из Малюштеня в Румынии (Топачевский и др. 1988; Вангенгейм и др., 1995). Для местонахождения Гребеники 2 биометрическим методом получен возраст около 4.25 млн. лет – в интервале субхрона Кочити. В западной Сибири к этому стратигра-

фическому уровню можно отнести местонахождение Пешнево в Петропавловском Приишимье с *Promiomys antiquus* Zazhigin из нормально намагниченных отложений пешневской свиты (Зыкин и др., 1991).

В Европе граница между зонами MN14 и MN15 на уровне субхрона Кочити хорошо иллюстрируется многочисленными местонахождениями в бассейне Теруэл, Испания (рис. 2, VI, VII). В местонахождениях Орриос и Виллальба Альта Рио фауны конца зоны MN14 происходят из отложений с нормальной намагниченностью, сопоставляемой с субхроном Кочити, а с обратными намагниченными отложениями хрона C2Ag связаны фауны зоны MN15 в местонахождениях Орриос, Виллальба Альта, Ломадель Кастильо, Эскуриуэла (рис. 2, VI, VIII, IX, X) (Opdyke et al., 1997).

На юге Русской равнины местонахождения, относимые нами к позднему русцинию (зоне MN15), известны по правобережью р. Б. Сальчи, Молдова – Будей, Мусаит 5, 7, Лучешты VII, Этулия (нижний и средний горизонты) – и на западном берегу оз. Ялпуг, Украина – Котловина (нижний горизонт). Все они приурочены к отложениям аллювиальной равнины, выделенным в карболийские слои. Причем местонахождения в пределах зоны по степени эволюционной продвинутости полевок *Promiomys* ex gr. *moldavicus* могут быть расположены в следующем порядке (от древних к молодым, рис. 3): Мусаит 5 (“биометрический” возраст – 4.085 млн. лет), Будей (4.045 млн. лет), Мусаит 7, Лучешты У11 (3.864 млн. лет), Этулия (средний горизонт – 3.855 млн. лет) и Котловина (Певзнер, Вангенгейм, 1994; Вангенгейм и др., 1995; Pevzner et al., 1996).

Палеомагнитные характеристики карболийских слоев имеются для местонахождений Новая Этулия, Лучешты и Мусаит 5 (Хубка и др., 1983; Садчикова и др., 1986). По этим данным, обратно намагниченные карболийские слои, а соответственно и местонахождения млекопитающих, помещаются в магнитохронологической шкале в интервале хрона Гильберт от субхрона Кочити до инверсии Гильберт/Гаусс (хрон C2Ag). Датировки местонахождений, полученные “биометрическим” методом, вполне согласуются с таким положением в магнитохронологической шкале. Фауна млекопитающих карболийских слоев выделяется в молдавский фаунистический комплекс (“молдавский русильон”).

Богатая фауна млекопитающих самого конца зоны MN15 или переходная от русциния к виллафранку (характеризуется FAD *Homotherium*) известна из заполнений карстовых полостей в нижнепонтическом известняке катакомб Одессы. Красноцветные костеносные отложения с *Pliomys*

kowalskii Shevchenko имеют обратную намагниченность, сопоставляемую с самым концом хрона Гильберт, а вышележащие немые желтоватые песчанистые глины намагничены нормально и могут соответствовать или началу хрона Гаусс, или хрону Брюнес.

В Западной Сибири к концу эпохи Гильберт и концу зоны MN15 относится местонахождение Андреевка на р. Омь в обратно намагниченных аллювиальных отложениях ливенской свиты с очень архаичными цементными *Mimomys* (Зажигин, Зыкин, 1984; Зыкин и др., 1991).

Таким образом, на юге Русской равнины и в Западной Сибири местонахождения зоны MN15 занимают то же положение в магнитохронологической шкале, что и в Западной Европе – в пределах хрона C2Ag.

*Местонахождения более древние,
чем зона Promimomys insuliferus*

Между фауной конца туролия (Калмакпай) и фаунами с *P. insuliferus* в азиатской части России известны по крайней мере два стратиграфических уровня с формами *Promimomys*, более архаичными, чем *P. insuliferus*. Это фауны местонаждений Новая Станица (рис. 2, V) и Черлак в Омском Прииртышье. В них впервые появляется *Baranomys* и происходит существенное увеличение разнообразия Soricidae (Storch et al., 1998).

Местонахождение Новая Станица приурочено к озерным отложениям новостаничной свиты, которые залегают со стратиграфическим перерывом на осадках ишимской свиты нижней половины верхнего миоцена. В озерной толще обнаружено два костеносных горизонта: нижний – в нормально намагниченных, верхний – в обратно намагниченных отложениях непосредственно выше инверсии (Вангенгейм и др., 1984). По мнению В.С. Зажикина, фауна обоих горизонтов идентична и “новые виды *Baranomys* и *Promimomys* свидетельствуют о регистрации новой, не известной ранее стадии русциния” (Зажигин, Зыкин, 1984, с. 33). Инверсия геомагнитного поля в этом разрезе сопоставляется с инверсией C3An/Гильберт. Местонахождение Черлак с *Promimomys* sp., несколько более прогрессивной по сравнению с формой из Новой Станицы, залегают в отложениях рытовской свиты. Обратная намагниченность этой свиты сопоставляется с ранней частью хрона Гильберт – C3r (Вангенгейм и др., 1984; Зажигин, Зыкин, 1984; Гнибиденко, 1990; Зыкин и др., 1991, 1995).

На северо-западе Монголии в Котловине Больших озер в местонахождении Хиргис-Нур 2 (верхняя подсвита свиты Хиргис-Нур, уровень 37–57; рис. 2, IV) известна фауна с доминированием высококоронковых хомяков, *Orientalomys*

и *Hipparion houfenense* Teilh. et Young³. В.С. Зажигин и В.И. Жегалло отнесли ее к русцинию (Певзнер и др., 1982). В фауне верхней подсвиты свиты Хиргис-Нур присутствуют общие с фауной Эртемте виды: *Lophocricetus pusillus* Schaub, *Dipus fraudator* (Schlos.), *Pseudomeriones abbreviatus* (Teilh.), *Brachyscirtetes wimani* (Schlos.), *Microtodon atavus* (Schl.), а также *Orientalomys*. В фауне Новой Станицы и Черлака, судя по определениям В.С. Зажикина, также имеются общие с Эртемте роды: *Lophocricetus*, *Paranourosorex*, *Microtodon*, *Prosiphneus*, а в Черлаке, кроме того, и *Zelceina* (Певзнер и др., 1982; Зажигин, Лопатин, 2000, 2001, 2002; Зажигин и др., 2002; Storch, 1987; Storch, Zazhigin, 1996). В магнитохронологической шкале местонахождение Новая Станица и верхняя подсвита свиты Хиргис-Нур занимают одинаковое положение – в верхах хрона C3An и низах хрона Гильберт. Отложения нижних горизонтов формации Гаожуанг (пачка Таоянг), коррелируемые по фауне с Эртемте, а также местонахождение Черлак относятся к самым низам хрона Гильберт (рис. 2, III, IV, V). Сходство таксономического состава млекопитающих и одинаковое положение в магнитохронологической шкале позволяют сделать вывод о том, что фауна этих местонаждений относится к одному этапу в развитии фауны млекопитающих Восточной Палеарктики.

Возраст нижней границы русциния

Фейфар (Fejfar et al., 1997, p.269) вслед за Зажикиным считал, что Новая Станица и Черлак (повидимому, к ним можно добавить и Хиргис-Нур, Эртемте и Таоянг) представляют новую зону самого раннего русциния, предшествующую появлению *Promimomys insuliferus*. Он обозначил ее как MN14a. Мы разделяем такую точку зрения и предлагаем только заменить обозначение на MN14A. Фауну типа Эртемте Репеннинг с соавторами (Repenning et al., 1990) предлагали выделить в самостоятельное подразделение эртемтий. Правда, они помещали его не в самое начало русциния. Э. Агирре в 1977 году выделил подразделение вентий – промежуточное между туролием и русцинием. М.-Т. Альберди и Ф. Бонадонна (Alberdi, Bonadonna, 1988) уточнили объем вентия. По их представлениям начало вентия следует непосредственно за последним эвапоритовым эпизодом мессиния, а верхняя граница определяется появлением типичной русцинийской фауны. Характерным для фауны вентия считается совместное нахождение некоторых туролийских и русци-

³ По мнению А. Форстен (Forsten, 1997), это кабаллоидный гиппарион, несколько более мелкий по сравнению с типом вида *Hipparion houfenense*. В.И. Жегалло (устное сообщение) полагает, что это ранняя форма вида *Hipparion houfenense*.

нийских форм. В качестве опорного местонахождения, в частности, указывается Бачинелло V3. Предлагаемое нами подразделение в составе русциния очень близко по объему и положению в стратиграфической шкале к венгию.

Основываясь на данных по приведенным местонахождениям, можно провести нижнюю границу русциния вблизи инверсии C3An/C3r, в верхах субхрона C3An1n. Ее возраст моложе 6, 137 млн. лет и древнее 5.89 млн. лет (границы этого субхрона). Такая датировка согласуется с возрастом границы туролий/русциний по местонахождениям Ла Альберка (>5.8 млн. лет) и Фуэнте дель Визо (середина субхрона C3An1n – в интерпретации Opdyke et al., 1989). В Западной Европе интервал от этой границы, по крайней мере, до начала занклия, по-видимому, недостаточно охарактеризован местонахождениями с четкой геологической позицией. Весьма вероятно, что к этому интервалу относится ряд местонахождений самого конца мессиния, которые до последнего времени помещались то в MN13, то в MN14. Для окончательного решения этого вопроса необходимы дополнительные данные, в частности, магнитостратиграфические исследования. В Восточной Европе – в Северном Причерноморье – на интервал времени от конца раннего понта до середины киммерия приходится существенный перерыв в континентальном осадконакоплении. Он был обусловлен активной эрозией, связанной, по-видимому, с низким стоянием позднепонтического и киммерийского бассейнов. На отложениях нижнего понта сформировалась мощная красноцветная кора выветривания.

В качестве фаунистических критериев начала русциния s.l. для востока Северной Палеарктики можно предварительно предложить следующие: FAD родов *Micromys*, *Orientalomys*, *Baranomys*, *Arctomeles*, *Sus*, FAD кабаллоидных гиппарионов, увеличение разнообразия *Insectivora*.

Вероятно, часть этих критериев (FAD *Sus* и увеличение разнообразия насекомоядных, возможно – FAD кабаллоидных гиппарионов), окажется справедливой и для запада Северной Палеарктики. Вопрос о том, какими (вероятно глобальными) причинами могла быть вызвана такая существенная перестройка в фауне млекопитающих в самом конце миоцена, пока остается открытым.

НИЖНИЙ ВИЛЛАФРАНК

В качестве фаунистического критерия начала виллафранка (виллания) указывается первое появление родов *Lepobos*, *Acinonux*, *Homotherium*, *Megantereon* среди крупных млекопитающих (Mein, 1989), *Borsodia*, *Villanyia* среди грызунов, а также широкое распространение рода *Mimomys*

s.l. с хорошо развитым цементом на зубах (Fejfar et al., 1997).

В 1977 г. А. Аццароли (Azzaroli, 1977) в пределах виллафранка выделил несколько более дробных подразделений – faunal units: нижний виллафранк включал фауну Триверса и Аронделли (типовые местонахождения) и фауну Монтополи, в которой впервые появились *Equus* и *Archidiskodon*. В качестве типового местонахождения среднего виллафранка было предложено французское местонахождение Сен Валье, аналогов которого в Италии не было известно. Верхний виллафранк включал три подразделения – Олива, Тассо и Фарнета. Фауну Триверса – Аронделли Аццароли сопоставил с подзоной MN16a шкалы П. Мэна, фауну Монтополи – с подзоной MN16b, фауну Сен-Валье – с зоной MN17 (Azzaroli et al., 1986). В дальнейшем некоторые авторы стали относить к среднему виллафранку фауны зоны MN16b с первыми слонами и настоящими лошадьми, а зону MN17 – сопоставлять с верхним виллафранком (Biochronologie..., 1997; Fejfar et al., 1998; и др.).

Граница русциний/виллафранк (MN15/16) помещается вблизи границы Гильберт/Гаусс – 3.58 млн. лет по материалам местонахождений в бассейне Теруэл в Испании, в самых верхах хрона Гильберт по местонахождению Триверса в Италии (Opdyke et al., 1997; Lindsay et al., 1997⁴; Fejfar et al., 1998 и др.), или в нижней части хрона Гаусс – между 3.58 и 3.33 млн. лет по местонахождению Галера в бассейне Гуадикс-Баса, Испания (Garces et al., 1997; Steininger et al., 1996).

Фейфар и Хайнрих (Fejfar, Heinrich, 1989) первоначально в пределах зоны MN16 выделили две биозоны по грызунам – *Mimomys hajnackensis* (MN16a) и *Mimomys polonicus* (MN16b). Позднее авторы пришли к заключению что *M. hajnackensis* Fejfar является младшим синонимом *Mimomys hassiacus* Heller (Fejfar, Storch, 1990). Поскольку стратиграфическое распространение *M. hassiacus* не ограничивается только ранним виллафранком, а охватывает и конец русциния, то для раннего виллафранка была выделена зона совместного распространения *M. hassiacus* – *M. stehlini* (Fejfar et al., 1998). Зоне MN17 в схеме Фейфара и Хайнриха соответствует биозона *Mimomys pliocaenicus*.

Замечания по систематике

Экземпляры типовой коллекции Ф. Хеллера *M. hassiacus* из Гундерсгейма и дополнительный материал из близкого по возрасту местонахождения Гундерсгейм 4, изображенные в работе Фей-

⁴ В этой работе авторы предлагают отнести местонахождение Триверса (типовое для раннего виллафранка!) к русцинию на том основании, что оно сопоставляется с верхней частью хрона Гильберт.

фара и Шторха (Fejfar, Storch, 1990), значительно отличаются по морфологии антероконида от большинства известных выборок крупных мимомисов линии *M. polonicus-pliosaenicus*. Главное отличие – глубокая островная складка как у молодых, так и сильно стертых экземпляров m1, а также небольшой круглый островок эмали. Кроме того, единственный известный M3 (Fejfar, Storch, 1990: fig 110) имеет глубокую задне-внутреннюю складку, заполненную цементом и не замыкающуюся в островок эмали. Другие, известные ранее представители группы *polonicus*, имеют компактный субтреугольный антероконид m1 с крупным овальным вытянутым островком эмали (Агаджанян, 1976; van Kolfshoten et al., 1998; Mors et al., 1998) и M3 с задним эмалевым островком, который образуется за счет редукции задне-лингвальной входящей складки. В то же время среди ревизованной типовой серии *M. hassiacus* изображен один экземпляр, полностью морфологически соответствующий типичным крупным мимомисам группы *polonicus* (Storch, Fejfar 1990: fig. 1–2). Этот экземпляр обладает и значительно более высокими дентиновыми трактами, близкими к известным для *Mimomys polonicus*. Таким образом, типовая серия Хеллера, по-видимому, содержит смесь разнородных форм, и, следовательно, название *M. hassiacus* не может без дополнительной ревизии быть использовано для полевок группы *M. polonicus* первой половины раннего вилляния и зоны MN16a. Судя по первоописанию, *M. hajnackensis* действительно имеет более низкую степень гипсодонтии, чем у типовой *M. polonicus* из Рембеллице Крулевски 1. В этой ситуации в настоящее время представляется более обоснованным для характеристики зоны MN16a использовать название *M. hajnackensis* Fejfar, 1961. За границу между этими видами удобно принять уровень гипсодонтии m1, соответствующий величине НН-индекса 2.5 (Тесаков, 2004).

Положение в магнитохронологической шкале опорных местонахождений раннего вилляфранка

Мы понимаем нижний вилляфранк в объеме зоны MN16 с типовыми местонахождениями Триверса и Аронделли, включающей две биозоны Фейфара и Хайнриха (Fejfar, Heinrich, 1989) – *Mimomys hajnackensis* (MN16a) и *Mimomys polonicus* (MN16b) (систематические замечания см. выше). Следуя рекомендациям конгресса “BiochroM’97”, к среднему вилляфранку мы относим фауны с первыми слонами и настоящими лошадьми, включая их в зону MN17 с типовым местонахождением Сен-Валье (т.е. фауну Монтополи исключаем из зоны MN16b и относим ее вместе с фауной Сен-Валье к зоне MN17). Верхний вилляфранк принят нами в его первоначальном объеме, предложенном Аццароли.

Одно из наиболее древних местонахождений нижнего вилляфранка (типовое) – Триверса (Fornace RDB), Италия, по данным Линдсея и др. (Lindsay et al., 1997), сопоставляется с верхней частью хрона Гильберт, а местонахождение Хайнриха с *Mimomys hajnackensis* Fejfar (НН-индекс 1.66) в Словакии – с началом хрона Гаусс (рис. 4). В бассейне Теруэл, Испания, в разрезе Эскуриуэла костеносные горизонты с фаунами зон MN15 (Эскуриуэла В) и MN16 (Эскуриуэла А) располагаются соответственно непосредственно ниже и выше инверсии Гильберт/Гаусс (рис. 2, IX) (Opdyke et al., 1997).

Возраст нижней границы вилляфранка в 3.4 млн. лет (в низах хрона Гаусс) испанские исследователи обосновывают палеомагнитной характеристикой местонахождения Галера, бассейн Гуадикс-Баса (Garces et al., 1997; Agusti et al., 2001). В нижней части разреза Галера (рис. 2, I), установлены три зоны нормальной полярности (снизу вверх: N1, N2, N3), разделенные двумя зонами обратной полярности (R1 и R2). Фауна млекопитающих зоны MN15 обнаружена в самых низах магнитозоны R1. Считается, что в этом разрезе представлен хрон Гаусс с перерывом (или “конденсированной седиментацией”) в субхроне C2An1n, охватывающим по времени около 300 тысяч лет, и неполным субхроном C2An3n. Магнитозона N1 сопоставляется с субхроном C2An3n. Перерыв предполагается в верхней части аллювиальной пачки, разделяющей нижнюю и верхнюю озерные толщи. На наш взгляд, возможна иная интерпретация палеомагнитных данных (рис. 2, I, двойная линия). Магнитозона N1 может быть сопоставлена с субхроном Кочити, а зоны N2 и R2 – с двумя нижними субхронами хрона Гаусс (C2An3n и C2An2r), зона N3 может соответствовать остальной части хрона Гаусс с перерывом, охватывающим субхрон 2An1r и часть 2An1n (верхняя часть аллювиальной пачки). При такой интерпретации положение горизонта с фауной зоны MN15 согласуется с данными по другим местонахождениям (в частности в бассейне Теруэл) и не противоречит помещению границы русциний/вилляфранк вблизи инверсии Гильберт/Гаусс (Opdyke et al., 1997).

В России местонахождение Коротояк 1 на Верхнем Дону с *Mimomys hajnackensis* Fejfar, более архаичной по сравнению с типом вида из Хайначки, приурочено к обратно намагниченным отложениям аллювиальной коротоякской свиты. Выше по разрезу следует интервал (около 5 м) нормально намагниченных пород верхней части коротоякской свиты и нижней подсвиты урывской свиты. В основании последней располагается костеносный горизонт местонахождения Коротояк 2 с *M. hajnackensis*, близкой типовой форме (Агаджанян, Глушанкова, 1988; Агаджанян, 2003; Iossifova, Semenov, 1998). По нашим представлениям, эти местонахождения можно со-

Общая стратиграфическая шкала	Млн. лет	Магнитохронологическая шкала (Berggren et al., 1995)	Континентальная шкала	MN зоны	Зоны по грызунам (Fejfar, Heinrich, 1989)	Местонахождения	НН-индекс			
							Mimomys ex gr. hajnackensis-polonicus	Pitymimomys	Borsodia	
Плиоцен	Гелазий	Магуяма	Средний	17	M. pliosaenicus	Крыжановка 3 R	4.25 ± 0.07 (3)		3.60 ± 0.13 (12)	
						Крыжановка 2 R		3.23 ± 0.10 (4)		
						Штранцендорф D R	4.0 (2)	3.42 ± 0.18 (4)	>2.5 (1)	
						Штранцендорф C N	3.78 (1)		3.07 ± 0.10 (14)	
						Веселовка N		3.23 ± 0.12 (22)	2.01 ± 0.06 (21)	
						Аккулаво				
	Пьянций	Виллафранк	Гаусс	Нижний	16b	M. polonicus	Симбутино	3.21 ± 0.06 (21)	3.02 ± 0.08 (19)	1.75 (1)
							Рембеллицы Крулевски 1	3.06 ± 0.08 (10)		
							Кушкуня N	3.05 ± 0.06 (21)		
							Дойч Альтенбург 21	2.78 (1)	2.68 ± 0.06 (8)	
							Коротояк 2a R			
							Урьв 2 R			
Занклий	Русциний	Гильберт	16a	M. hajnackensis	Дойч Альтенбург 20	2.52 (1)				
					Фрехен N	2.47 (2)				
					Хамбах	2.40 (3)				
					Рембеллицы Крулевски 2	2.25 ± 0.05 (12)				
					Широкино	2.24 ± 0.18 (4)				
					Рипа Скордельская N	1.88 ± 0.14 (6)	1.58 ± 0.06 (3)			
3.5	3.6	3.7	3.8	3.9	Коротояк 2 N					
					Аронцелли					
					Хайначка N	1.66 (3)				
					Эскориуэла A N					
					Триверса R					
					Коротояк 1 R					
					Эскориуэла B R					

Рис. 4. Положение местонахождений нижнего и начала среднего виллафранка в магнитохронологической шкале и НН-индексы полевков.

Полярность: R – обратная, N – прямая; в круглых скобках – количество измеренных экземпляров.

поставить с верхней частью хрона Гильберт и низами хрона Гаусс соответственно. Отсюда следует, что нижняя граница биозоны *M. hajnackensis* схемы Фейфара и Хайнриха проходит в самых верхах хрона Гильберт и совпадает с нижней границей нижнего виллафранка по крупным млекопитающим (Триверса).

В местонахождении Рипа Скордельская в Молдове *Mimomys hajnackensis* (НН-индекс 1.88, рис. 4) найдена в нормально намагниченных отложениях, которые сопоставляются с нижней частью хрона Гаусс (Путеводитель экскурсий..., 1982). Стратиграфически выше помещается местонахождение Широкино в Север-

ном Приазовье, которое содержит *M. hajnackensis* с более высоким индексом гипсодонтии (2.24). Практически такой же индекс имеют полевки из польского местонахождения Рембелице Крулевски 2. Палеомагнитные данные для последних двух местонахождений отсутствуют. Для местонахождения Широкино получен “биометрический” возраст 3.286 ± 0.09 млн. лет, что позволяет сопоставить его с субхроном C2An2r (Мэммос).

В бассейне Верхнего Дона с отложениями верхней подсвиты урывской свиты связано местонахождение Уры в 2 с крупной полевкой, которая, по мнению А.К. Агаджаняна (2003), по степени эволюционной продвинутости занимает промежуточное положение между *M. hajnackensis* Fejf. и *M. polonicus* Kow. О. Фейфар (Fejfar et al., 1997, p. 276) эту форму относит к *M. hassiacus* (= *M. hajnackensis*). В обратно намагниченных отложениях нижней части вышележащей белогорской свиты (селявновская толща) в местонахождении Коротояк 2а найдена *M. polonicus*, близкая типовой форме из Рембелице Крулевски 1 (Агаджанян, 2003; Iossifova, Semenov, 1998). Обратная намагниченность костеносных отложений, по нашим представлениям, позволяет сопоставить их с субхроном C2An1r (Каена).

Местонахождение Кушкун (Азербайджан) содержит в составе фауны *M. polonicus* Kow. с НН-индексом 3.05 ± 0.06 ($n = 21$). Оно приурочено к нормально намагниченным отложениям среднего акчагыла. Костеносный слой залегает несколько выше горизонта пепла с трековой датировкой 2.88 ± 0.24 млн. лет (= 3.03 при корреляции со шкалой СК95, см. выше) (Ганзей, 1987). “Биометрический” возраст местонахождения – 2.90 ± 0.03 млн. лет. В магнитохронологической шкале его можно поместить в субхрон C2An1n. *Mitomys polonicus* из Кушкун практически тождественна типовой форме из польского местонахождения Рембелице Крулевски 1 (НН-индекс 3.06 ± 0.08 , $n = 10$), что позволяет считать их одновозрастными. Более низкое значение НН-индекса (2.78) имеет *M. polonicus* из австрийского местонахождения Дойч Альтенбург 21 (Rabeder, 1981), и мы помещаем его стратиграфически ниже местонахождения Кушкун.

Исходя из приведенных данных, можно заключить, что граница между биозонами *M. hajnackensis* и *M. polonicus* схемы Фейфара и Хайнриха (MN16a/16 b) имеет возраст около 3, 1 млн. лет (близка основанию субхрона C2An1r).

В этой связи следует остановиться на рассмотрении положения в магнитохронологической шкале ройверских глин в местонахождениях Фрехен и Хамбах в Германии (Reuver B, unit 11). Для основной толщи ройверских глин (unit 11) в карьере Фортунана установлена нормальная намагничен-

ность и только в самых верхних слоях зафиксирована обратная намагниченность. Было принято коррелировать этот разрез с верхней частью хрона Гаусс (Boenigk et al., 1979). Крупная полевка в местонахождении Фрехен была определена как *Mitomys cf. polonicus* (Kolschoten et al., 1998), а в Хамбахе – как *M. hassiacus* (= *M. hajnackensis*) (Mors et al., 1998). Знакомство с этими материалами позволили А.С. Тесакову обе полевки отнести к одному виду – *M. hajnackensis*, вероятно, наиболее поздней форме, близкой к границе зон *M. hajnackensis*/*M. polonicus*., судя по величинам индекса гипсодонтии. Учитывая положение в магнитохронологической шкале границы зон *M. hajnackensis*/*M. polonicus*, прямую намагниченность ройверских глин можно сопоставить с субхроном C2An2n хрона Гаусс. Косвенным подтверждением такой датировки служит находка в отложениях тиглия А в Маальбеке (Нидерланды) тапира – формы, не выходящей за пределы раннего виллафранка (Westerhoff et al., 1998). Тиглий помещается стратиграфически выше ройвера.

Местонахождение Симбугино (Башкирское Предуралье) с *M. polonicus*, по данным В.Л. Яхимович (Фауна и флора..., 1977), приурочено к кумурлинским слоям акчагыла и не имеет надежной палеомагнитной характеристики. НН-индекс *M. polonicus* (3.21) выше, чем у полевки из Кушкун (3.05). “Биометрическая” датировка местонахождения – 2.828 ± 0.03 млн. лет. Мы помещаем его в середину хрона C2An1n. Стратиграфически выше располагается местонахождение Аккулаево (нижний горизонт) также с *M. polonicus*, залегающее в аккумулятивных слоях среднего акчагыла (Фауна и флора..., 1972). По величине НН-индекса *Pitymimomys* (3.23) это местонахождение моложе Симбугина (3.02). Также отличаются индексы гипсодонтии и у *Borsodia* (2.01 – Аккулаево, 1.75 – Симбугино) (рис. 4).

С верхней частью хрона Гаусс сопоставляется местонахождение Веселовка (Таманский полуостров), залегающее в нормально намагниченных отложениях нижнего куяльника. Выше обнажаются отложения таманского горизонта акчагыла, намагниченные обратно (Зубаков, 2000). НН-индекс *Borsodia* из Веселовки (3.07) значительно выше, чем у борсодии из Аккулаева (2.01).

Возраст верхней границы нижнего виллафранка

В австрийском местонахождении Штранцендорф костеносные горизонты С и D с *Mitomys graepliosaenicus* Rabeder (промежуточной формой между *M. polonicus* и *M. pliosaenicus*) располагаются соответственно ниже и выше инверсии Гаусс/Матуяма (Rabeder, 1981). Смена *M. polonicus* на *M. pliosaenicus* s.l. в схеме Фейфара и Хайнриха определяет границу зон MN16/17 по грызунам. Если относить *M. graepliosaenicus* к

M. pliosaenicus s.l., то положение первых *M. praerpliosaenicus* в верхах хрона Гаусс датирует эту границу – древнее 2.58 млн. лет. Гипсодонтность *Borsodia* из Штранцендорфа D, если учитывать все зубы (Rabeder, 1981) – выше, чем у борсодии из Веселовки (НН-индекс – 3.07). Также более продвинуты борсодии местонахождения Крыжановка 2 (НН-индекс – 3.23), имеющего обратную намагниченность, сопоставляемую с нижней частью хрона Матуяма (Певзнер, 1989).

Имеется единственное указание на находку обломка зуба *M. polonicus* в отложениях, сопоставляемых с нижней частью хрона Матуяма, в скважине Де Меерн в Нидерландах (Gibbard et al., 1991). Однако этот обломок мог быть переотложен или перемещен в керне из более древних отложений в процессе бурения.

Основываясь на материалах по мелким млекопитающим из местонахождений бассейна Верхнего Дона – Урыв и Коротояк – А.К. Агаджанян (2003) выделил для территории Русской равнины урывский фаунистический комплекс, считая его аналогом зоны MN16. Однако датировка этого комплекса и, соответственно, зоны MN16 (3.3–2.2 млн. лет) отличается от предлагаемой нами. Хотя статья А.К. Агаджаняна называется “Мелкие млекопитающие среднего плиоцена...” (выделено нами), урывский комплекс, по его мнению, охватывает большую часть среднего и значительную часть позднего плиоцена. Приведенные выше данные о стратиграфическом распространении видов млекопитающих зон MN16 и 17 и в России и в Центральной и Западной Европе противоречат такой датировке. По нашим представлениям, урывский фаунистический комплекс действительно соответствует зоне MN16, биозонам *Mitomya hajnackensis* и *M. polonicus* в понимании Фейфара и Хайнриха и не распространяется за пределы среднего плиоцена общей стратиграфической шкалы. Многочисленные местонахождения, относимые всеми исследователями к зоне MN17, коррелируются с нижней частью хрона Матуяма (Steininger et al., 1996 и др.).

Костеносный горизонт местонахождения Монтополи, Италия, с первыми *Archidiskodon* и *Equus*, относимый нами к зоне MN17, располагается непосредственно выше инверсии Гаусс/Матуяма (Lindsay et al., 1980). Одновозрастные фауны с архаичными настоящими лошадьми, связанные с обратно намагниченными отложениями начала эпохи Матуяма известны из местонахождений юга России – нижние горизонты местонахождения Ливенцовка – парастратотипа ханровского фаунистического комплекса; Украины – нижние горизонты местонахождения Крыжановка (Певзнер, 1989); Средней Азии – Куруксай, Обигарм, Карамайдан, Тутак

в Таджикистане, Южный Адырган в Восточном Казахстане (Додонов, 2002).

В местонахождении Кайраккум в Западной Фергане (Узбекистан) остатки *Archidiskodon grotoni* были найдены на границе прямо и обратно намагниченных отложений, которая сопоставляется с инверсией Гаусс/Матуяма (Тетюхин и др., 1980). В разрезе Зильфи (Таджикская депрессия) мощностью около 30 м фауна с *Equus ex gr. stenopis* была найдена в нормально намагниченных отложениях. Выше костеносного слоя породы намагничены обратно. А.Е. Додонов (2002) зону прямой полярности сопоставил с субхроном Олдувей. Такая корреляция подразумевает отнесение фауны уже к верхнему виллафранку. Однако большая архаичность лошади не позволяет считать эту фауну моложе низов среднего виллафранка. Очевидно, прямую намагниченность костеносных отложений следует сопоставить с верхами хрона Гаусс.

О находках *Archidiskodon* и *Equus* в верхах хрона Гаусс имеются указания и в других районах Европы и Северной Азии. Так, в Китае, в бассейне Юше в нормально намагниченных отложениях верхней части формации Маэгоу, сопоставляемых с хроном Гаусс, найдены остатки *Archidiskodon* (Flynn et al., 1997). В бассейне Нихэвань (Hongya Nangou) в отложениях, также относимых к верхней части хрона Гаусс, отмечена первая (для Китая) находка *Equus* sp. (Du et al., 1995). В Европе в Румынии из местонахождения Тулучешты, сопоставляемого со второй половиной хрона Гаусс, описан *Archidiskodon rumanus* (Stefanescu) (Radulescu, Samson, 2001). В местонахождении Ринкон I в Испании фиксируются находки остатков *Equus* в верхах хрона Гаусс (Agusti, Oms, 2001).

Таким образом, и по крупным млекопитающим граница зон MN16/17 располагается в верхах хрона Гаусс, вблизи инверсии Гаусс/Матуяма и объем зоны MN16 – нижнего виллафранка совпадает по крупным и мелким млекопитающим.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Приведенные данные позволяют сделать следующие выводы:

1. Смена туролийской фауны на русцинийскую произошла вблизи инверсии C3An1n/Гильберт (в конце хрона C3An1n) и нижняя граница русциния может быть датирована около 6 млн. лет, а его продолжительность оценивается около 2.4 млн. лет (рис. 5). При такой датировке нижней границы русциния сокращается продолжительность зоны MN13 – позднего туролия – до 1, 1 млн. лет (7, 1–6 млн. лет) против 1.8 (при возрасте верхней границы в 5.3 млн. лет – см. выше) или даже 2.2 млн. лет (при возрасте верхней границы в 4.9 млн. лет).

Млн. лет	Магнитохронологическая шкала (Berggren et al., 1995)		Общая стратиграфическая шкала			Стратиграфическая шкала Восточного Паратетиса		Континентальная шкала		MN-зоны	Возраст границ	Длительность						
	Субзонирование	Субзонирование	Эпоха	Эпоха	Эпоха	Эпоха	Эпоха	Эпоха										
2	C2n	■	Плиоцен	Верхний	Гелазий	Апшерон		Верхний			~2.0-2.2	0.4-0.6						
	C2r	■				Виллафранк							Средний	17				
3	1n	■		Средний	Пьяченций	Акчагыл		Нижний	b	16	~3.1	~1.0						
	C2An	■				a												
	2n	■																
4	3n	■		Миоцен	Верхний	Мессиний	Киммерий	Азовский	Русциний	14A	~6.0	~1.1						
	C2Ar	■											15					
5	1n	■												Нижний	Занклий	Камыш-бурунский	14	~4.2
	C3n	■																
	2n	■																
6	3n	■	Киммерий										Занклий	Пантакпейский	15	~3.6	~0.6	
	4n	■																
7	C3r	■	Верхний										Мессиний	Понт	Туролий	13	~7.1	
	C3An	■																
7	1n	■	Верхний										Мессиний	Понт	Туролий	13	~7.1	
	2n	■																
7	C3Ar	■	Верхний	Мессиний	Понт	Туролий	13	~7.1										
	C3Bn	■																
7	1r	■	Верхний	Мессиний	Понт	Туролий	13	~7.1										
	2r	■																

Рис. 5. Возраст границ, продолжительность и положение MN зон в магнитохронологической и стратиграфических шкалах.

Нижняя граница русциния в нашем понимании (около 6 млн. лет) древнее миоцен-плиоценовой границы (5.3 млн. лет). Однако она оказывается близкой к границе мио-плиоцена, которая до недавнего времени принималась в большинстве зональных океанических шкал – по появлению *Globorotalia margaritae* (Былинская и др., 2002).

FAD этой формы оценивается в 6 – 6.4 млн. лет (Berggren et al., 1995).

2. Между верхней границей туролия и зоной *Promimomys insuliferus* в пределах русциния предлагается выделить дополнительную зону – MN 14A в понимании Зажигина и Фейфара (Зажигин, Зыкин, 1984; Fejfar et al., 1997) или аналог эртем-

тия Репеннинга и др. (Repenning et al., 1990). Ближним аналогом предлагаемого подразделения является венгий в понимании Альберди и Бонадонны (Alberdi, Bonadonna, 1988). Продолжительность зоны около 1 млн. лет. Зона соответствует верхам мессиния и началу занклия, в шкале Восточного Паратетиса – средней части нижнего киммерия.

3. Нижняя граница зоны MN14 (биозоны *P. insuliferus* – MN14a) имеет возраст около 5 млн. лет. Зоне MN14 на юге Русской равнины отвечает кучурганский фаунистический комплекс млекопитающих. Продолжительность зоны около 0.8 млн. лет. Она сопоставляется со средней частью занклия, в шкале Восточно Паратетиса – с концом нижнего – средним киммерием.

4. Граница зон MN14/15 помещается на уровне верхней границы субхрона Кочити и имеет возраст около 4.2 млн. лет. Зоне MN15 на юге Русской равнины соответствует молдавский комплекс млекопитающих (“молдавский руссильон”). Продолжительность зоны около 0.6 млн. лет. Она сопоставляется с концом занклия, в шкале Восточного Паратетиса – с верхним киммерием.

5. Граница русциний/виллафранк может быть проведена в самом конце хрона Гильберт и ее возраст около 3.6 млн. лет. Она практически совпадает с границей нижний/средний плиоцен и близка нижней границе акчагыла/куяльника.

6. Верхняя граница нижнего виллафранка (граница биозон *Mimomys polonicus*/*M. plioсаenicus*) располагается в верхах хрона Гаусс и несколько древнее 2.58 млн. лет и соответственно – границы между средним и верхним плиоценом. В шкале Восточного Паратетиса она приходится на максимум акчагыльской трансгрессии. При такой датировке нижний виллафранк по крупным млекопитающим полностью соответствует зоне MN16 по грызунам и урывскому комплексу млекопитающих Русской равнины. Продолжительность нижнего виллафранка и зоны MN16 около 1 млн. лет. Нижний виллафранк практически соответствует пьаченцию и нижнему и части среднего акчагыла.

7. Граница между подзонами MN16a (*Mimomys hajnackensis*) и MN16b (*M. polonicus*) близка нижней границе субхрона C2An1n и ее возраст около 3, 1 млн. лет.

8. Последовательность местонахождений в пределах каждой MN зоны достаточно надежно определяется по степени гипсодонтии полевок.

9. Отдельные фаунистические события, судя по привязке их к магнитохронологической шкале, происходят более или менее одновременно на обширных территориях. К таким событиям можно отнести появление *ProMimomys insuliferus* около 5 млн. лет назад – от Байкала до Западной Европы, цементных корнезубых полевок в конце

хрона Гильберт – от Западной Сибири до Западной Европы, появление слонов и лошадей в конце хрона Гаусс – от Китая до Испании. В рамках оценки точности синхронизации, вероятно, может быть оценена в ± 100 –200 тысяч лет. Магнито-стратиграфические исследования большего числа местонахождений ископаемых млекопитающих помогут выявить и другие синхронные фаунистические события, что может решить проблему удаленных корреляций и способствовать созданию общей биостратиграфической шкалы континентальных отложений позднего кайнозоя для всей Палеарктики.

Работа над проблемой датировки границ подразделений континентальной шкалы по млекопитающим была начата несколько лет назад вместе с М.А. Певзнером. Предварительные результаты по русцинию и раннему виллафранку были опубликованы в двух статьях в журнале *Lynx* № 32 в 2001 г. После кончины М.А. Певзнера (2003 г.) мы несколько расширили круг рассматриваемых объектов, но основные выводы остались неизменными, поэтому мы посчитали себя вправе включить имя М.А. Певзнера в соавторы настоящей работы.

Настоящее исследование поддержано РФФИ, грант № 02-05-64126.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Агаджанян А.К. Полевки (Microtinae, Rodentia) плиоценового местонахождения Урыв 1, Средний Дон // Эволюция грызунов и история формирования их современной фауны. Л.: ЗИН АН СССР, 1976. С. 58–98.
- Агаджанян А.К. Мелкие млекопитающие среднего плиоцена Русской равнины // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2003. Т. 11. № 6. С. 98–114.
- Агаджанян А.К., Глушанкова Н.И. Палеогеография плиоцен-плейстоцена верхнего Дона // Бюл. Комис. по изуч. четвертичного периода. 1988. № 57. С. 62–77.
- Былинская М.Е., Головина Л.А., Крашенинников В.А. Зональная стратиграфия плиоцен-четвертичных отложений северной половины Атлантического океана по известковому планктону. М.: Научный мир, 2002. 158 с.
- Вангенгейм Э.А., Вислобокова И.А., Година А.Я. и др. О возрасте фауны млекопитающих из карабулакской свиты на р. Калмакпай (Зайсанская впадина, Восточный Казахстан) // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1993. Т. 1. № 2. С. 37–44.
- Вангенгейм Э.А., Жижгин В.С., Певзнер М.А., Хоревина О.В. Граница миоцен-плиоцен в Западной Сибири и Центральной Азии по палеомагнитным и биостратиграфическим данным // Среда и жизнь на рубежах эпох кайнозоя в Сибири и на Дальнем Востоке. Новосибирск: Наука, 1984. С. 167–171.
- Вангенгейм Э.А., Певзнер М.А., Тесаков А.С. Возрастные соотношения отложений плиоценовых аллювиальных равнин междуречья Прут–Южный Буг // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1995. Т. 3. № 1. С. 61–72.

- Верхний плиоцен бассейна верхнего Дона. Воронеж: Изд-во Воронежского ун-та, 1985. 144 с.
- Ганзей С.С. Позднекайнозойские отложения Понто-Каспия и трековый возраст пелловых прослоев // Метод треков в геологии и географии. Владивосток: ДВНЦ АН СССР, 1987. С. 34–45.
- Гнибиденко З. Н. Палеомагнетизм и магнитостратиграфия неогеновых отложений Прииртышья // Геология и геофизика. 1990. № 1. С. 85–94.
- Додонов А.Е. Четвертичный период Средней Азии. Стратиграфия, корреляция, палеогеография. М.: ГЕОС, 2002. 249 с.
- Зажигин В.С., Зыкин В.С. Новые данные по стратиграфии плиоцена юга Западно-Сибирской равнины // Стратиграфия пограничных отложений неогена и антропогена Сибири. Новосибирск: СО АН СССР, 1984. С. 29–53.
- Зажигин В.С., Лопатин А.В. История Dipodoidea (Rodentia, Mammalia) в миоцене Азии. 3. Allactaginae // Палеонтол. журн. 2000. № 5. С. 82–94.
- Зажигин В.С., Лопатин А.В. История Dipodoidea (Rodentia, Mammalia) в миоцене Азии. 4. Dipodinae на рубеже миоцена и плиоцена // Палеонтол. журн. 2001. № 1. С. 61–75.
- Зажигин В.С., Лопатин А.В. История Dipodoidea (Rodentia, Mammalia) в миоцене Азии. 6. Лофодонтные Lophocricetinae // Палеонтол. журн. 2002. № 4. С. 62–71.
- Зажигин В.С., Лопатин А.В., Покатилов А.Г. История Dipodoidea (Rodentia, Mammalia) в миоцене Азии. 5. Lophocricetus (Lophocricetinae) // Палеонтол. журн. 2002. № 2. С. 62–75.
- Зубаков В.А. Плиоцен Понто-Каспия и его корреляция // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2000. Т. 8. № 1. С. 66–82.
- Зыкин В.С., Зажигин В.С., Зыкина В.С. Изменение природной среды и климата в раннем плиоцене юга Западно-Сибирской равнины // Геология и геофизика. 1995. Т. 36. № 8. С. 40–50.
- Зыкин В.С., Зажигин В.С., Казанский А.Ю. Поздний неоген юга Западно-Сибирской равнины: стратиграфия, палеомагнетизм, основные климатические события // Геология и геофизика. 1991. № 1. С. 78–86.
- Мелик-Адамян Г.У. Стратиграфия и палеогеография плиоцена и нижнего неоплейстоцена центральной и северо-западной Армении на основании фауны наземных позвоночных. Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук. Ереван: Ин-т геол. наук НАН РА, 2003. 29 с.
- Певзнер М.А. Палеомагнитная характеристика отложений куяльника и его положение в магнитохронологической шкале // Бюл. комис. по изуч. четвертичного периода. 1989. № 58. С. 117–124.
- Певзнер М.А., Вангенгейм Э.А. Некоторые общие закономерности эволюции млекопитающих // Стратиграфия. Геол. корреляция. 1994. Т. 2. № 6. С. 3–9.
- Певзнер М.А., Вангенгейм Э.А., Жегалло В.И. и др. Корреляция отложений позднего неогена Центральной Азии и Европы по палеомагнитным и биостратиграфическим данным // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1982. № 6. С. 5–16.
- Покатилов А.Г. Геология и фауна позднекайнозойских отложений в Прибайкалье // Изв. АН СССР. Сер. геол. 1985. № 9. С. 52–64.
- Путеводитель экскурсий. XI Конгресс INQUA. М.: ВИНТИ, 1982. 45 с.
- Садчикова Т.А., Александрова Л.П., Трубихин В.М., Чепалыга А.Л. Условия образования, палеонтологическая и палеомагнитная характеристика древнеаллювиальных отложений южной Молдавии (разрез Лучешты) // Континентальный верхний плиоцен Черноморско-Каспийской области. М.: ГИН АН СССР. Ротапринт, 1986. С. 50–58.
- Тесаков А.С. Биостратиграфия среднего плиоцена-эоплейстоцена Восточной Европы (по мелким млекопитающим). М.: Наука, 2004. 247 с.
- Тетюхин Г.Ф., Ерошкин А.Ф., Попов В.И. О границе неогеновых и четвертичных отложений в Узбекистане // Граница неогена и четвертичной системы/Ред. Никифорова К.В., Додонов А.Е. М.: Наука, 1980. С. 208–220.
- Топаческий В.А., Несин В.А., Рековец Л.И. и др. Новые местонахождения остатков мелких млекопитающих (Mammalia) плиоцена Северного Приазовья // Докл. АН УССР. Сер. Б. Геол., хим. и биол. науки. 1988. № 11. С. 19–22.
- Фауна и флора Аккулаева. Уфа: Башкир. филиал АН СССР, 1972. 144 с.
- Фауна и флора Симбугино (опорный разрез акчагыла и апшерона Башкирии) М.: Наука, 1977. 233 с.
- Хубка А.Н., Третьяк А.Н., Волок З.Е. Стратиграфическое положение карболийских слоев (по палеомагнитным данным) // Геология четвертичных отложений Молдавии. Кишинев: Штиинца, 1983. С. 82–89.
- Яхимович В.Л., Борисов Б.А., Сулейманова Ф.И., Данукалов Н.Ф. Магнитостратиграфическая шкала кайнозоя Зайсанской котловины и ее биостратиграфическое обоснование. Уфа: УНЦ РАН, 1993. 67 с.
- Agadjanian A.K., Kowalski K. Promimomys insuliferus (Kowalski, 1958) (Rodentia, Mammalia) from the Pliocene of Poland and of the European part of the U.S.S.R. // Acta Zool. Cracov. 1979. V. 23. № 3. P. 29–54.
- Aguilar J.-P., Clauzon G., Michaux J. La limite mio-pliocène dans le Sud de la France d'après les faunes de rongeurs; état de la question et remarques sur la datation à l'aide des rongeurs // Boll. soc. paleontol. Italiana. 1989. T. 28. № 2–3. P. 137–145.
- Aguilar J.-P., Michaux J. À propos des échanges fauniques entre l'Afrique du Nord et l'Europe sud-occidentale au miocène supérieur // Mem. Trav. E.P.H.E. Inst. Montpellier. 1997. № 21. P. 301–306.
- Agusti J., Cabrera L., Garcés M., et al. A calibrated mammal scale for the Neogene of Western Europe. State of the art // Earth Sci. Rev. 2001. № 52. P. 247–260.
- Agusti J., Oms O. On the age of the last hipparionine faunas in Western Europe // C.R. Acad. Sci. Paris. 2001. № 0. P. 1–7.
- Alberdi M. T., Bonadonna F.P. Is the "Ventian" a real stratigraphic stage? // Mediterranean. Ser. Geol. 1988. № 7. P. 65–77.
- Azanza B., Alberdi M.T., Cerdano E., Prado J.L. Biochronology from latest Miocene to middle Pleistocene in the Western Mediterranean area. A multivariate approach // Mem. Trav. E.P.H.E. Inst. Montpellier. 1997. № 21. P. 567–574.
- Azzaroli A. The Villafranchian stage in Italy and the Plio-Pleistocene boundary // Gior. Geol. Ser. 2a. 1977. V. 41. № 1–2. P. 62–79.

- Azzaroli A., De Giuli C., Ficarelli G., Torre D. Mammal succession of the Plio-Pleistocene of Italy // Mem. Soc. Geol. It. 1986. № 31. P. 213–218.
- Berggren W.A., Kent D.S., Swisher III C.C., Aubry M.-P. Revised Cenozoic geochronology time scales and Global stratigraphic correlation // SEPM Special Publication. 1995. № 54. P. 129–212.
- Biochronologie du pliocène // Mem. Trav. E.P.H.E. Inst. Montpellier. 1997. № 21. P. 791–802.
- Boenigk W., Koči A., Brunacker K. Magnetostratigraphy im Pliozan der Niederrheinischen Bucht // N. Jb. Geol. Palaontol. Mh. 1979. № 9. S. 513–528.
- Bruijn H. de, Daams R., Daxner-Hock G., et al. Report of the RCMNS working group on fossil mammals. Reisenburg 1990 // Newslett. Stratigr. 1992. № 26. P. 65–118.
- Bruijn H. de, Mein P., Montnat C., van de Weerd A. Correlation entre les gesiments de rongeurs et formation marines du Miocene terminal d'Espagne meridionale (provinces d'Alicante et de Mursia) // Proc. Kon. Ned. Acad. Wet. B. 1975. № 78. P. 1–32.
- Cande S., Kent D.V. Revised calibration of the polarity time scale for the Late Cretaceous and Cenozoic // J. Geophys. Res. 1995. V. 100. P. 6093–6095.
- Clauzon G., Aguilar J.-P., Michaux J. Relation temps-sédimentation dans le Néogène méditerranéen français // Bull. Soc. Geol. France. 1989. T. V. № 2. P. 361–372.
- Clauzon G., Suc J.-P., Aguilar J.-P. et al. Pliocene geodynamic and climatic evolutions in the French Mediterranean region // Paleontologia i evolucion. Memoria Especial. 1990. № 2. P. 131–186.
- Du H., Cai B., Ma A. et al. Late Cenozoic biostratigraphic zonation of the Nihewan Basin // Earth-Sci. J. China Univ. Geosci. 1995. V. 20. № 1. P. 35–42.
- Fejfar O., Heinrich W. D. Muroid Rodent Biochronology of the Neogene and Quaternary in Europe // European Neogene Mammal Chronology / Eds Lindsay E.H., Fahlbusch V., Mein P. N.Y.: Plenum Press. 1989. P. 91–117.
- Fejfar O., Heinrich W.-D., Lindsay E.H. Updating the Neogene rodent biochronology in Europe // The Dawn of the Quaternary. Proceedings of the SEQS-EuroMam Symposium 1996 / Eds van Kolfschoten Th., Gibbard P.L. Med. Ned. Inst. Toegep. Geowetensch. TNO. 1998. № 60. P. 533–554.
- Fejfar O., Heinrich W.-D., Pevzner M.A., Vangengeim E.A. Late Cenozoic sequence of mammalian sites in Eurasia: an updated correlation // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1997. V. 133. № 3–4. P. 259–288.
- Fejfar O., Storch G. Eine pliocäne (ober-ruscinische) Kleinsäugerfauna aus Gundersheim, Rheinhessen. 1. Nagetiere: Mammalia, Rodentia // Senckenbergiana Lethaea. 1990. T. 71. № 1/2. P. 139–184.
- Flynn L.J. Late Neogene mammalian events in North China // Mem. Trav. E.P.H.E. Inst. Montpellier. 1997. № 21. P. 182–192.
- Flynn L.J., Wu W. The Late Cenozoic mammal record in North China and the Neogene mammal zonation of Europe // Boll. Soc. Paleontol. Italiana. 2001. V. 40. № 2. P. 195–199.
- Flynn L.J., Wu W., Downs W.R. III. Dating vertebrate microfaunas in the late Neogene record of North China // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1997. № 133. P. 227–242.
- Forsten A. A review of Central Asiatic hipparions (Perissodactyla, Equidae) // Acta Zool. Fennica. 1997. № 205. P. 1–26.
- Garcés M., Agustí J., Parés J.M. Late Pliocene continental magnetochronology in the Guadix – Baza (Betic Ranges, Spain) // Earth. Planet Sci. Lett. 1997. № 146. P. 677–687.
- Gibbard P.L., West R.G., Zagwijn W.H. et al. Early and early Middle Pleistocene correlations in the Southern North Sea basin // Quaternary Sci. Rev. 1991. № 10. P. 23–52.
- Ginsburg L. Une chelle stratigraphique continentale pour l'Europe occidentale et un nouvel étage: l'Orleanien // Les Naturalistes Orleanais. III serie. 1975. № 18. P. 1–11.
- Guérin C. Première biozonation du Pleistocène Européen, principal résultat biostratigraphique de l'étude des Rhinocerotidae (Mammalia, Perissodactyla) du Miocène terminal au Pleistocène supérieur d'Europe occidentale // Geobios. 1982. № 5, fasc. 4. P. 593–598.
- Iossifova Yu.I., Semenov V.V. Climate-stratigraphy of the Pre-Tiglian-Bavelian analogues in Central Russia (the Don drainage basin) // The Dawn of the Quaternary. Proceedings of the SEQS-EuroMam Symposium 1996 / Eds van Kolfschoten Th., Gibbard P.L. Med. Ned. Inst. Toegep. Geowetensch. TNO. 1998. № 60. P. 327–338.
- Kolfschoten Th. van, Meulen A.J. van der, Boenigk W. The Late Pliocene Rodents (Mammalia) from Frechen (Lower Rhein Basin, Germany) // The Dawn of the Quaternary. Proceedings of the SEQS-EuroMam Symposium 1996 / Eds van Kolfschoten Th., Gibbard P.L. Med. Ned. Inst. Toegep. Geowetensch. TNO. 1998. № 60. P. 161–171.
- Lindsay E., Opdyke N.D., Johnson N.M. Pliocene dispersal of the horse Equus and Late Cenozoic mammalian dispersal events // Nature. 1980. № 287. P. 135–138.
- Lindsay E.H., Opdyke N.D., Fejfar O. Correlation of selected late Cenozoic European mammal faunas with the magnetic polarity time scale // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1997. № 133. P. 205–226.
- Martin Suarez E., Mein P. Revision of the genera Parapodemus, Apodemus, Rhagamys and Rhagapodemus (Rodentia, Mammalia) // Geobios. 1998. V. 31. № 1. P. 37–97.
- Mein P. Updating the MN zones // European Neogene mammal chronology / Eds Lindsay E.H., Fahlbusch V., Mein P. N.Y.: Plenum Press, 1989. P. 73–90.
- Mein P. Miocene mammal biochronology // The Miocene Land Mammals of Europe / Eds Rossner G.E., Hessig K. Munchen: Verlag Dr. Friedrich Pfeil, 1999. P. 25–38.
- Mörs T., von Koenigswald W., von der Hocht F. Rodents (Mammalia) from the Late Pliocene Reuver Clay of Hambach (Lower Rhein Embayment, Germany) // The Dawn of the Quaternary. Proceeding of the SEQS-EuroMam Symposium 1996 / Eds van Kolfschoten T., Gibbard P.L. Med. Ned. Inst. Toegep. Geowetensch. TNO. 1998. № 60. P. 135–159.
- Opdyke N., Mein P., Lindsay E. et al. Continental deposits, magnetostratigraphy and vertebrate paleontology, late Neogene of Eastern Spain // Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol. 1997. № 133. P. 129–148.
- Opdyke N., Mein P., Moissenet E. et al. The magnetic stratigraphy of the late Miocene sediments of the Cabriel basin, Spain // European Neogene Mammal Chronology / Eds Lindsay E.H., Fahlbusch V., Mein P. N. Y.: Plenum Press, 1989. P. 405–412.

- Pevzner M.A., Vangengeim E.A., Vislobokova I.A. et al.* Ruscinian of the territory of the former Soviet Union // *Newsl. Stratigr.* 1996. V.33, № 2. P. 77–97.
- Qiu Zh.* The Neogene mammalian faunas of Ertemte and Harr Obo in Inner Mongolia (Nei Mongol), China. - 8. Sciuridae (Rodentia) // *Senckenbergiana Lethae.* 1991. № 71 (3/4). P. 223–255.
- Rabeder G.* Die Arvicoliden (Rodentia, Mammalia) aus dem Pliozän und dem alterem Pleistozän von Niederösterreich // *Beitr. Palaontol. Oster.* 1981. № 8. P. 1–343.
- Radulescu C., Samson P.-M.* Biochronology and evolution of the Early Pliocene to the Early Pleistocene mammalian faunas of Romania // *Boll. Soc. Paleontol. Italiana.* 2001. V. 40. № 2. P. 285–292.
- Repenning C.A., Fejfar O., Heinrich W.-D.* Arvicolid biochronology of the Northern Hemisphere // *International Symposium Evolution, Phylogeny and Biostratigraphy of Arvicolids (Rodentia, Mammalia)* / Eds Fejfar O., Heinrich W.-D. Prague: Geological Survey, 1990. P. 385–417.
- Rook L.* Italian Messinian localities with vertebrate faunas // *Paleontologia i evolucion.* 1992. T.24–25. P. 141–147.
- Rook L., Torre D.* *Celadensia grossetana* n.sp. (Cricetidae, Rodentia) from the late Turolian Baccinello-Cingiano Basin (Italy) // *Geobios.* 1995. V. 28. № 3. P. 379–382.
- Sierro F.J., Hilgen F.J., Krijgsman W., Flores J.A.* The Abad composite (SE Spain): a Messinian reference section for the Mediterranean and the APTS // *Palaeogeogr., Palaeoclimatol., Palaeoecol.* 2001. № 168. P. 141–169.
- Steininger F.F., Berggren W.A., Kent D.V. et al.* Circum-Mediterranean Neogene (Miocene and Pliocene) marine – continental chronologic correlations of European Mammal Units // *The Evolution of Western Eurasian Neogene Mammal Faunas* / Eds Bernor R.I., Fahlbusch V., Mittmann H.-W. N. Y.: Columbia University Press. 1996. P. 7–46.
- Storch G.* The Neogene mammalian faunas of Ertemte and Harr Obo in Inner Mongolia (Nei Mongol), China. –7. Muridae (Rodentia) // *Senckenbergiana Lethae.* 1987. № 67 (5/6). P. 401–431.
- Storch G., Fejfar O.* Gundersheim – Findling, a Ruscinian rodent fauna of Asia affinities from Germany // *European Neogene Mammal Chronology* / Eds Lindsay E.H., Fahlbusch V., Mein P. N.Y.: Plenum Press, 1990. P. 405–412.
- Storch G., Qiu Zh., Zazhigin V.S.* Fossil History of Shrews in Asia // *Evolution of Shrews* / Eds Wojcik J.M., Wolsan M. Mammal Research Inst. Pol. Acad. Sci.: Bialowieza, 1998. P. 93–120.
- Storch G., Zazhigin V.S.* Taxonomy and phylogeny of the Paranourosorex lineage, Neogene of Eurasia (Mammalia: Soricidae: Anourosoricini) // *Palaont. Z.* 1996. T. 70. № 1/2. S. 257–268.
- Tedford R.H., Flynn L.J., Qiu Z. et al.* Yushe basin, China; paleomagnetically calibrated mammalian biostratigraphic standard for the Late Neogene of eastern Asia // *J. Vertebrate Paleont.* 1991. V. 11. № 4. P. 519–526.
- Van Couvering J.A., Castradori D., Cita M.B. et al.* Global standard stratotype section and point (GSSP) for the Zanclean stage and Pliocene Series // *Neogene Newslett.* 1998. № 5. P. 22–54.
- Westerhoff W.E., Cleveringa P., Mejer T. et al.* The Lower Pleistocene fluvial (clay) deposits in the Maalbeek pit near Tegelen, the Netherlands // *The Dawn of the Quaternary. Proceedings of the SEQS-EuroMam Symposium 1996*/Eds van Kolfschoten T., Gibbard P.L. Med. Ned. Inst. Toegep. Geowetensch. TNO. 1998. № 60. P. 35–70.
- Wu W.* The Neogene mammalian faunas of Ertemte and Harr Obo in Inner Mongolia (Nei Mongol), China. – 9. Hamsters // *Senckenbergiana Lethae.* 1991. № 7 (3/4). P. 257–305.

Рецензенты З.Н. Гнибиденко, В.И. Жегалло