

Заметки о гаплогруппах Y-хромосомы якутов

Дмитрий Адамов

Абстракт

Анализ данных по Y-хромосоме якутов показывает наличие генетических связей с различными тюркскими, монгольскими, тунгусо-маньчжурскими и другими народами. Эти связи прослеживаются не только по основной гаплогруппе N1c1, но и по менее распространенным у якутов гаплогруппам C3c, C3*(xC3c), N1b, R1a1 и др.

Введение

Основное внимание исследователей Y-хромосомы якутов привлекает гаплогруппа N1c1. Это не удивительно, так как она наблюдается у 90% мужчин якутов-саха (Pakendorf et al., 2006; Харьков и др., 2008, Федорова, 2008). Остальные обнаруженные у якутов гаплогруппы остаются практически неизученными. Для восполнения этого пробела и была проведена настоящая работа.

Гаплогруппы Y-хромосомы якутов

В таблице 1 приведены сводные данные по частоте наблюдения у якутов гаплогрупп Y-хромосомы. Выборка из 659 гаплотипов составлена по данным из 5 работ:

- 1) 216 6-маркерных гаплотипов из работы Федоровой (2008);
- 2) 183 9-маркерных гаплотипа из работы Pakendorf et al. (2006);
- 3) 109 7-маркерных гаплотипов из работы Харькова и др. (2008);
- 4) 133 17-маркерных гаплотипа из данных Theves, Gibert (2009);
- 5) 18 10-маркерных гаплотипов из работы Sengupta et al. (2006).

Гаплотипы из работ Pakendorf et al. (2006) и Theves, Gibert (2009) размещены в базе данных YHRD.org. Гаплогруппы из данных Theves, Gibert (2009) определены по STR гаплотипам.

Последовательности STR локусов в 10-маркерных гаплотипах будем приводить в порядке возрастания номера: DYS19-DYS385a-DYS385b-DYS388-DYS389I-DYS389II-DYS390-DYS391-DYS392-DYS393. В локусе DYS389I учитывается трехкопийный TCTG-повтор. Вместо DYS389B используется DYS389II, значение которого равно сумме числа повторов DYS389I и DYS389B. 17-маркерные гаплотипы будем представлять также в порядке возрастания: DYS19-DYS385a-DYS385b-DYS389I-DYS389II-DYS390-DYS391-DYS392-DYS393-DYS437-DYS438-DYS439-DYS448-DYS456-DYS458-DYS635-GATAH4. Из значения GATAH4 вычтена единица для приведения в соответствие с представлением FTDNA. В последовательности маркеров отсутствующие значения будут помечаться знаком "X".

Таблица 1. Частота гаплогрупп Y-хромосомы у якутов

Гаплогруппы	SNP	Количество гаплотипов					Всего гаплотипов	В %
		Федорова (2008)	Pakendorf et al. (2006)	Харьков и др. (2008)	Theves, Gibert (2009)	Sengupta et al. (2006)		
C3*	M217	6	3	2	3	-	14	2.1
C3c	M48	6	1	2	10	-	19	2.9
C3d	M407	-	-	-	-	2	2	0.3
I1	M253	3	-	-	1	-	4	0.6
I2a	P37.2	-	-	-	2	-	2	0.3
J2	M172	-	1	-	-	-	1	0.2
N1*	LLY22g	-	-	1	-	-	1	0.2
N1b	P43	9	1	3	1	-	14	2.1
N1c	Tat	180	172	97	111	16	576	87.4
O2b	SRY465	-	-	-	2	-	2	0.3
Q1	P36.2	-	1	-	-	-	1	0.2
R1a1a	SRY1532.2	10	4	4	3	-	21	3.2
R1b1b2	M269	2	-	-	-	-	2	0.3
Итого:		216	183	109	133	18	659	100

Гаплогруппа C3*(xС3c)

Гаплотипы 16 якутов C3*(xС3c) приведены в Приложении в таблице П1.

Два якутских гаплотипа из работы Pakendorf et al. (2006) совпадают по 9 маркерам с наиболее распространенным гаплотипом бурятов:

15-11-18-X-13-28-23-10-11-14.

Этот гаплотип - у 42 % бурят (Woznyak et al., 2006). В диссертации французского специалиста по древней ДНК С. Амори приводятся два таких же гаплотипа якутов, живших в XVIII-XIX в. (Амору, 2007). Захоронения из Хангаласского или Мегино-Кангаласского улуса, местность, к сожалению, не указана. Можно предположить, что это гаплотип одного из хоринских родов в составе якутов.

Гаплотип, обнаруженный в популяции центральных эвенов (Pakendorf et al., 2007), отличается на одну мутацию в локусе DYS393:

15-11-18-X-13-28-23-10-11-15.

К этому же субкладу примыкает якутский гаплотип из работы Theves, Gibert (2009):

15-11-17-X-13-28-23-10-12-16.

Два якутских гаплотипа относится к т.н. "старкластеру", широко распространенному среди монгольских, тюркских, тунгусо-маньчжурских народов (Zerjal et al., 2003):

16-12-13-X-13-29-25-10-11-13,
16-12-13-X-13-29-25-10-12-13.

Первый гаплотип полностью совпадает по 9 маркерам с т.н. "гаплотипом Чингис-хана", другой отличается на одну мутацию в маркере DYS392 – 12 вместо 11. Гаплотипы "старкларстера" были обнаружены у монголов, дауров, хазарейцев, казахов, киргизов, узбеков, уйгуров, маньчжуров, сибо, хэчже, эвенков, ханьцев (Zerjal et al., 2003), бурятов, калмыков, тувинцев, алтайцев (Derenko et al., 2007a). Как видим, есть они и у якутов.

Два 7-маркерных гаплотипа из Усть-Алданского улуса:

15-Х-Х-Х-14-31-24-10-11-13,
15-Х-Х-Х-14-31-24-11-11-13

обнаруживают сходство с казахскими гаплотипами (Сабитов, 2009):

15-12-13-Х-14-**30**-24-10-11-13,
16-Х-Х-12-14-Х-24-10-11-13,
14-Х-Х-13-14-Х-24-10-11-13.

Первый усть-алданский гаплотип совпадает по всем 7 маркерам с гаплотипом хань из Пекина (YHRD.org).

Очень интересен якутский гаплотип:

15-12-15-Х-13-29-24-10-11-13.

В работе Keyser-Tracqui et al. (2003) представлены гаплотипы костных останков, раскопанных в некрополе Эгийн-Гол (Монголия). Предполагается, что в некрополе около 2 тыс. лет назад хоронили знатных хуннов (сюнну). Шесть человек, погребенных в секторе С (46, 47, 50, 52, 53, 54), судя по совпадению Y-STR гаплотипов и анализу аутосомных микросателлитов, принадлежат к одному роду:

15-12-15-Х-Х-29-24-10-11-13

Якутский гаплотип по 8 общим маркерам обнаруживает полное совпадение. Гаплотип из погребения 50 был дополнительно исследован на биаллельный полиморфизм (SNP) в работе Petkovski (2006). Выяснилось, что он относится к парагруппе С (RPS4Y). Теперь можно уточнить, что эти 6 древних хуннов имели гаплогруппу C3*(xC3c).

В базе данных YHRD.org фиксируется 11 совпадений по 9 маркерам с современниками: 7 казахов, 2 хань, один русский и один чех.

К семейству C3*(xC3c) относятся два гаплотипа из гаплогруппы C3d (Sengupta et al., 2006):

15-Х-Х-12-13-28-23-10-15-14,
17-Х-Х-12-14-30-23-10-11-13.

По-видимому, C3d - редкая гаплогруппа, так как кроме двух якутов она была достоверно выявлена только у одного китайца (Sengupta et al., 2006):

16-Х-Х-12-14-29-23-10-11-15.

Гаплотип северного якута (Федорова, 2008)

17-Х-Х-12-Х-Х-23-10-11-13

может быть отнесен к гаплогруппе C3d.

Гаплогруппа C3c

В таблице П2 приведены гаплотипы 19 якутов C3c.

Гаплотип верхоянского якута (Pakendorf et al., 2006)

17-12-12-X-13-29-23-9-11-13

полностью совпадает по 9 маркерам с гаплотипами 9 центральных эвенков, 1 западного эвенка и 2 юкагигов (Pakendorf et al., 2006, 2007). Гаплотипы 4-х северных якутов (Федорова, 2008) совпадают с ним по 5 маркерам:

17-X-X-13-X-X-23-9-11-13.

Два одинаковых гаплотипа усть-алданских якутов (Харьков и др., 2008)

15-X-X-X-13-31-24-9-11-13

совпадают с гаплотипом одного калмыка (YHRD.org). У этого калмыка число повторов в локусе DYS385a,b = 12,13. К ним близки гаплотипы казаха рода кокжарлы-найман (Сабитов, 2009):

15-12-**12**-13-13-**30**-24-9-11-13

и казаха рода ысты (Сабитов, 2009):

15-12-**14**-13-13-31-24-**10**-11-13.

В выборке вилюйских и центральных якутов (Theves, Gibert, 2009) имеется десять 17-маркерных гаплотипов, несомненно относящихся к одному и тому же субкладу C3c:

4 гаплотипа	15-11-12-10-27-24-9-11-13-14-10-11-20-15-18-21-10,
2 гаплотипа	15-11-12-10-27-24-9- 10 -13-14-10-11-20-15-18-21-10,
1 гаплотип	15- 12-13 -10-27-24-9- 10 -13-14-10-11-20-15-18-21-10,
1 гаплотип	15- 12 -12-10-27-24-9- 7 -13-14-10-11-20-15-18-21-10,
1 гаплотип	15-11-12-10-27-24-9-11-13-14-10-11-20- 17 -18-21-10,
1 гаплотип	15- 12-19 -10-27-24-9-11-13-14-10-11-20-15-18-21-10.

Характерная особенность семейства гаплотипов – крайне редко встречающееся число STR повторов в локусе DYS389I, равное 10. К этому же субкладу относятся 9-маркерные гаплотипы, обнаруженные у одного эвенка из Иенгры, одного оленекского эвенка (был причислен в работе Pakendorf et al. (2007) к эвенкам Иенгры) и одного юкагира (Pakendorf et al., 2006):

15-**12**-12-X-10-27-24-9-11-13

и одного оленекского якутоязычного эвенка (Pakendorf et al., 2006):

15-**12**-12-X-10-27-24-9-**10**-13.

Подобных гаплотипов в базе данных YHRD.org не было обнаружено. Загадка происхождения этого субклада усугубилась после ознакомления с гаплотипами C3c, опубликованными в работе Balaesque et al. (2009) о дубликациях в маркере DYS19. Из 43 15-маркерных гаплотипов C3c 20 гаплотипов имеют число повторов в DYS389I, равное десяти. Все 20 из Казахстана, модальный (предковый) гаплотип в представлении 17 маркеров имеет следующую последовательность:

15/17-X-X-10-27-24-9-11-13-14-10-11-X-X-X-X-X.

Имеем совпадение предковых гаплотипов якутов и казахов, за исключением маркера DYS19.

Во всех 43 гаплотипах C3c из работы Balaresque et al. (2009) наблюдается дупликация повторов по маркеру DYS19 со значениями 15/16, 15/17, 16/17, 16/18. Вопрос в том, наблюдали ли эту особенность локуса DYS19 авторы работ Pakendorf et al. (2006, 2007), Theves, Gibert (2009)?

Гаплогруппа N1b

Гаплотипы якутов N1b из таблицы П3 совпадают, либо примыкают к модальному гаплотипу N1b-A1, обнаруженному у многих народов Сибири и Восточной Азии (хантов, алтайцев, хакасов, шорцев, тувинцев, тофаларов, бурятов, калмыков, монголов, турков, польских татар, русских и т.д.; Derenko et al., 2007b):

14-12-13-12-13-29-23-10-14-13.

Этот гаплотип выявлен также у 7 эвенков Подкаменной Тунгуски (Pakendorf et al., 2006), 1 западного эвена, 9 центральных эвенов (Pakendorf et al., 2007). Близки к модальному гаплотипу N1b-A1 по 11 маркерам (DYS19, DYS388, DYS389I, DYS389II, DYS390, DYS391, DYS392, DYS393, DYS437, DYS438, DYS439) гаплотипы 2 ороченов Китая, 8 хэчже и 1 маньчжура (Хуе et al., 2006; Адамов, 2009).

Человек из захоронения Балыкташ (по-видимому, Мегино-Кангаласского улуса), датированного 1420-1470 годами, имел этот же модальный гаплотип (Amory, 2007).

Гаплогруппа R1a1

Наличие в составе якутов носителей линий гаплогруппы R1a1, происходящих от древних европеоидных популяций Южной Сибири, до сих пор не доказано. В работе Underhill et al. (2009) приведены 77, большей частью 39-маркерных, гаплотипов киргизов R1a1a*.

В нашем 17-маркерном представлении предковый гаплотип киргизов:

16-11-14-14-32-25-11-11-13-14-11-10-**21**-16-15-X-11

всего на 1 мутацию отличается от гаплотипа костных останков из Андроновца (Keyser C. et al., 2009):

16-11-14-14-32-25-11-11-13-14-11-10-20-16-15-23-11.

Гаплотипы якутов R1a1 из таблицы П4 с гаплотипом древнего андроновца не совпадают. Более вероятным представляется, что якуты с гаплотипами R1a1 – потомки смешанных браков русских с якутками.

Редкие гаплогруппы

В таблице П5 приведены 13 гаплотипов якутов с редкими гаплогруппами. Гаплогруппы R1b1b2, I1 и I2a в основном встречаются в Европе. Гаплотип Q1 совпадает с гаплотипами 8 тувинцев – 3 из Тувы, РФ, и 5 из Синьцзяна, КНР. Два гаплотипа, отнесенные к гаплогруппе O2b, имеют совпадения с гаплотипами корейцев и японцев O2b1.

Немного о гаплогруппе N1c1

Происхождение якутов связано с гаплогруппой N1c1, обнаруженной у 87% мужчин (таблица 1). Считается, что гаплотипы якутов N1c1 образуют отдельный кластер с четко выраженным эффектом основателя. Гаплотип предка якутов N1c1 в 17-маркерном представлении:

14-11-13-14-32-23-11-16-14-14-11-10-19-14-16-22-11.

К якутскому кластеру относятся гаплотипы части эвенков, эвенов и юкагиров, проживающих в Республике Саха (Якутия), а также долган (Красноярский край). Следует сказать, что характерные для якутского кластера N1c1 значения DYS392=15-17 и DYS389II=31-33 обнаруживаются с маленькой частотой и в других популяциях.

1. Монголы. Примеры гаплотипов из базы данных SMGF (любезно предоставлены В.Г. Волковым):

14-**10**-13-14-**31**-23-11-16-14-14-11-10-19-14-16-22-11, Хубсугул, Монголия,
14-**10**-13-14-**31**-23-11-16-14-14-11-10-19-14-**17**-22-11, Хентий, Монголия.

Еще один монгольский гаплотип из работы Sengupta et al. (2006):

14-X-X-**15-32**-23-**10-15**-14-X-X-10-X-X-X-X-X, Внутренняя Монголия, КНР.

Распространенность у монголов "якутских" гаплотипов около 0.9 %.

2. Тибетцы (провинция Цинхай, КНР). Обнаружен один гаплотип из 167 (Zhu B. et al., 2008):

14-11-13-14-32-23-11-**15-13**-14-**12-11**-19-**16-14-21**-11.

3. Корейцы (Южная Корея). В огромной выборке из 2513 хромосом есть три гаплотипа (YHRD.org):

14-11-13-14-**31**-23-11-16-14-14-11-10-**20**-14-**17**-22-11,
14-11-13-14-**31**-23-11-**17**-14-14-11-10-19-**15-18**-22-11,
14-11-13-14-**31**-23-11-16-14-X-11-10-X-X-X-X-X.

Частота таких гаплотипов у корейцев всего 0.1 %.

4. Русские. В базе данных YHRD.org обнаружено два гаплотипа:

14-11-13-14-32-23-11-16-14-X-11-10-X-X-X-X-X, Белгород, РФ,
14-11-13-14-**31-24**-11-16-14-14-**10**-10-19-14-**18-21**-11, Липецк, РФ.

5. Гаплотип останков из хуннского погребения 84.1 в Эгийн Гол в 10-маркерном представлении (Keyser-Tracqui et al., 2003):

14-X-X-X-X-X-**24-10**-16-14

на 2 мутации отличается от якутского предкового и имеет характерное для якутов значение DYS392, равное 16. Кроме того, он совпадает с якутскими гаплотипами N1c1 и по маркерам YCAIIa=18 и YCAIIb=20 (Quintana-Murci et al., 1999).

Любопытно, что у бурятов среди 41 опубликованного гаплотипа N1c1 (Derenko et al., 2007b) "якутских гаплотипов" N1c1 нет.

Обсуждение

Основной загадкой, безусловно, является происхождение якутского кластера гаплотипов N1c1, характеризующегося значениями $DYS392 = 15-16$ и $DYS389II = 31-32$. Обсуждение этого вопроса выходит за рамки настоящей работы.

Остальные гаплогруппы у якутов встречаются гораздо реже (см. таблицу 1). Гаплотипы представлены единичными экземплярами, за исключением небольшого кластера C3c со значением $DYS389I = 10$.

Как уже было отмечено, кластер C3c объединяет 14 гаплотипов мужчин, проживающих в Республике Саха (Якутия): 10 якутов, 2 оленекских эвенка, один эвенк из Южной Якутии и один юкагир. Был произведен расчет времени коалесценции по 14-ти 9-маркерным гаплотипам ($DYS19-DYS385a-DYS385b-DYS389I-DYS389II-DYS390-DYS391-DYS392-DYS393$, без $DYS388$) линейным и логарифмическим методами (Адамов, Клесов, 2009, Клесов, 2009). Скорость мутаций бралась равной 0.00189 на маркер на поколение 25 лет (Клесов, 2009). Возраст по логарифмическому методу оказался на 37% меньше возраста, рассчитанного линейным методом. Это означает, что данная совокупность гаплотипов не восходит к одному предковому гаплотипу. Анализ показал, что причина несовпадения в наличии двух гаплотипов:

15-**12**-12-10-27-24-9- **7**-13,
15-**12-19**-10-27-24-9-11-13,

которые очень далеко отстоят от предкового гаплотипа

15-11-12-10-27-24-9-11-13

в рамках одношаговой модели мутаций (SMM – stepwise mutation model): первый – на 5 мутаций, второй – на 8 мутаций.

Если эти два гаплотипа исключить из расчета, то линейный и логарифмический методы дают оценки, различающиеся всего на 5%. Значит, выборка из 12 гаплотипов C3c может иметь одного общего предка. Время коалесценции составляет 1280 ± 460 лет.

Происхождение кластера C3c ($DYS389I = 10$) можно объяснить в рамках следующих гипотез:

1) Происхождение автохтонное. Гаплотипы обнаружены у разных народов, населяющих Республику Саха (Якутия).

2) Тунгусо-маньчжурское происхождение. Гаплогруппа C3c широко распространена у тунгусо-маньчжурских народов, это единственная гаплогруппа, обнаруженная как у северных тунгусов - эвенков, эвенков, так и у южных - маньчжуров и сибо (Адамов, 2009). Частота гаплогруппы C3c у отдельных популяций эвенков и эвенков достигает 60-70%. Следует отметить, что у якутов пока не обнаружен тунгусо-маньчжурский модальный гаплотип C3c (Адамов, 2009):

16-12-13-13-13-29-24-9-11-13

3) Тюркское происхождение. Основной аргумент – наличие кластера C3c с $DYS389I = 10$ у казахов (Balaresque, 2009) с модальным гаплотипом

15/17-X-X-13-10-27-24-9-11-13.

Выводы

В популяции якутов с частотой более 1% встречаются следующие гаплогруппы Y-хромосомы: N1c1 (87.4%), C3c (2.9%), C3* (2.1%), N1b (2.1%) и R1a1 (3.2%). В совокупности они встречаются у 97.7% якутов.

Проведенный анализ STR гаплотипов якутов свидетельствуют о наличии генетической связи якутов-саха с тунгусо-маньчжурскими, монгольскими, тюркскими и другими народами по Y-хромосоме. Среди якутов с небольшой частотой выявлены гаплотипы, относящиеся к широко распространенным кластерам: бурятскому модальному гаплотипу C3*, "старк кластеру" C3*, модальному гаплотипу N1b-A1.

Гаплотип якута C3*

15-12-15-X-13-29-24-10-11-13

совпадает с гаплотипами из захоронений древних хунну (сюнну) в секторе С некрополя Эгийн-Гол (ок. 2 тыс. лет назад). Дополнительным аргументом в пользу наличия генетической связи якутов с древними хуннами является гаплотип из захоронения 84.1 (сектор В некрополя Эгийн-Гол) с характерным для якутов N1c1 значением числа повторов в локусе $DYS392 = 16$.

Связь гаплотипов якутов R1a1 с гаплотипами древнего европеоидного населения Южной Сибири пока не выявлена.

Кроме основного кластера гаплотипов N1c1 у якутов наблюдается небольшой кластер гаплотипов C3c неизвестного происхождения с редко встречающимся значением $DYS389I = 10$.

Автор выражает огромную признательность С.А. Федоровой, В.В. Харькову и В.Г. Волкову за предоставление данных, Д.А. Григорьеву за оказанную помощь.

Список публикаций

- Адамов Д.С. Об основных гаплогруппах Y-хромосомы тунгусо-маньчжурских народов. The Russian Journal of Genetic Genealogy (Русская версия), 1, № 2: 40-51 (2009).
- Адамов Д.С., Клесов А.А. Определение возраста популяций по STR гаплотипам Y-хромосомы. Часть III. Примеры "линейных" и "квадратичных" моделей с учетом степени асимметрии мутаций. Вестник Российской Академии ДНК-генеалогии. 2: № 2, 187-199 (2009).
- Клесов А.А. Общие принципы ДНК-генеалогии (новая редакция). Вестник Российской Академии ДНК-генеалогии. 2: № 7, 1264-1330 (2009).
- Сабитов Ж.М. Гаплогруппа C3 у казахов. The Russian Journal of Genetic Genealogy (Русская версия), 1, № 2: 27-39 (2009).
- Федорова С.А. Этногеномика коренных народов Республики Саха (Якутия). Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора биологических наук. М. (2008).
- Харьков В.Н. и др. Происхождение якутов: анализ гаплотипов Y-хромосомы. Молекулярная биология, том 42, № 2, 226-237 (2008).
- Amory S. La diffusion des genes de la periode protohistorique a l'epoque actuelle dans le complexe spatial Altai-Baikal. These pour obtenir le grade de Docteur de l'EHESS (2007).
- Balaresque P. et al. Genomic complexity of the Y-STR $DYS19$: inversions, deletions and founder lineages carrying duplications. Int.J.Legal Med. 123(1): 15-23 (2009).
- Derenko M.V. et al. Distribution of the Male Lineages of Genghis Khan's Descendants in Northern Eurasian Populations. Russian J. of Genetics, 43: 334-337 (2007a).
- Derenko M.V. et al. Y-chromosome haplogroup N dispersals from south Siberia to Europe. J.Hum.Genet., 52 (2007b).
- Keyser C. et al. Ancient DNA provides new insights into the history of south Siberian Kurgan people. Hum.Genetics, 126: 395-410 (2009).
- Keyser-Tracqui C., Crubezy E., Ludes B. Nuclear and Mitochondrial DNA Analysis of a 2,000-Year-Old Necropolis in the Egin Valley of Mongolia. Am.J.Hum.Genet., 73: 247-260 (2003).
- Pakendorf B. et al. Investigating the effects of prehistoric migrations in Siberia: genetic variation and the origins of Yakuts. Hum.Genet., 120: 334-353 (2006).
- Pakendorf B. et al. Mating Patterns Amongst Siberian Reindeer Herders: Inferences From mtDNA and Y-Chromosomal Analyses. Am.J.Phys.Anthropology, 133: 1013-1027 (2007).

- Petkovski E. Polymorphismes ponctuels de sequence et identification genetique. These presentee pour obtenir le grade de Docteur de l'Universite Louis Pasteur (2006).
- Quintana-Murci L. et al. Y-chromosome specific YCAII, DYS19 and YAP polymorphisms in human populations: a comparative study. *Ann.Hum.Genet.*, 63: 153-166 (1999).
- Sengupta S. et al. Polarity and temporality high-resolution y-chromosome distributions in India identify both indigenous and exogenous expansions and reveal minor genetic influence of Central Asian pastoralists. *Am.J.Hum.Genet.*, 78: 202-221 (2006).
- Theves C., Gibert M. Western Central Sakha Republic, Russian Federation [Yakut]. *YHRD.org*. YA003499 (2009).
- Underhill P.A. et al. Separating the post-Glacial coancestry of European and Asian Y chromosomes within haplogroup R1a. *European J.Hum.Genet.*, advance online publication 4 November 2009; doi: 10.1038/ejhg.2009.194 (2009).
- Wozniak M. et al. Allelic and haplotypic frequencies at 11 Y-STR loci in Buryats from South-East Siberia. *Forensic Science International*, 164: 271-275 (2006).
- Xue Y. et al. Male Demography in East Asia: A North-South Contrast in Human Population Expansion Times. *Genetics*, 172: 2431-2439 (2006).
- Zerjal T. et al. The Genetic Legacy of the Mongols. *Am.J.Hum.Genet.*, 72: 717-721 (2003).
- Zhu B. et al. Genetic analysis of 17 Y-chromosomal STRs haplotypes of Chinese Tibetan ethnic group residing in Qinghai province of China. *Forensic Sci.Int.* 175 (2-3): 238-243 (2008).

Таблица П5. Гаплотипы якутов из редких гаплогрупп

Источник данных	Hg	19	385 а	385 b	388	389 I	389 II	390	391	392	393
Федорова (2008)	R1b1b2	14	-	-	12	-	-	24	10	13	12
Федорова (2008)	R1b1b2	14	-	-	12	-	-	24	11	13	12
Федорова (2008)	I1	15	-	-	14	-	-	22	10	11	13
Федорова (2008)	I1	14	-	-	14	-	-	23	10	11	13
Федорова (2008)	I1	14	-	-	14	-	-	22	11	11	13
Pakendorf et al. (2006)	J2	15	16	17	-	12	27	24	11	11	13
Pakendorf et al. (2006)	Q1	13	15	16	-	13	31	23	10	14	13
Харьков и др. (2008)	N1*	15	-	-	-	12	29	23	10	12	12
Theves, Gibert (2009)	I1	14	14	15	-	12	28	23	10	11	13
Theves, Gibert (2009)	I2a	16	14	15	-	13	30	24	11	11	13
Theves, Gibert (2009)	I2a	16	14	15	-	13	30	24	11	11	13
Theves, Gibert (2009)	O2b	15	9	19	-	14	30	22	10	13	13
Theves, Gibert (2009)	O2b	15	9	19	-	14	30	22	10	13	13