

---

# Лекция 4

## *Көп аллельділік*

•

Лектор Жунусбаева Ж.К.

---



# Көп аллельділік

---

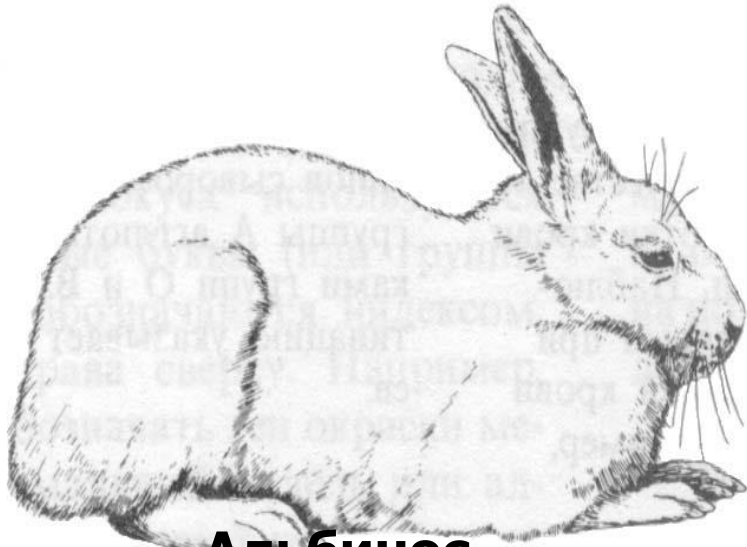
Кейбір гендердің бірнеше немесе одан да көп аллельдері болады. Мұны геннің *көп аллельділігі* деп айтады.



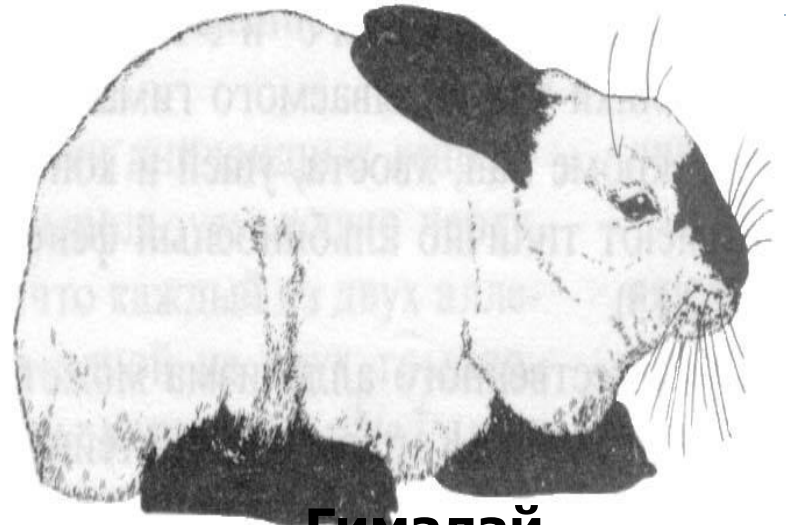
# Аллельді гендердің өзара әсерлесуі

Әсерлесу типтері	Генотип	Фенотип
Толық доминанттылық	<b>Аа</b>	Бір аллельдің әсері (доминантты <b>А</b> ) екінші аллельді (рецессивті <b>а</b> ) толық тежеуіне байланысты гетерозиготалы дараларда бір аллель ( <b>А</b> ) ғана фенотиптік көрініс береді.
Толымсыз доминанттылық	<b>Аа</b>	Гетерозиготалы дараларда екі аллель де көрінеді. <b>А</b> және <b>а</b> аллельдерінің қосылуынан аралық сипаттағы фенотип түзіледі. Мысалы, гетерозиготалы ( <b>Аа</b> ) түн аруы өсімдігінің түсі қызыл және ақ гүлдердің әсерінен аралық сипатта қызғылт болады.
Кодоминанттылық	<b>I<sup>A</sup>I<sup>B</sup></b>	Гетерозиготалы дараларда белгінің түзілуіне екі аллель қатысады. <b>А</b> және <b>В</b> қан топтарының фенотиптерімен салыстырғанда сапалы түрде ажыратылатын <b>АВ</b> қан тобы түзіледі. Мысалы: <b>I<sup>A</sup></b> аллелі II қан тобын (генотиптері <b>I<sup>A</sup>I<sup>A</sup></b> және <b>I<sup>A</sup>I<sup>O</sup></b> ), <b>I<sup>B</sup></b> аллелі III топты (генотиптері <b>I<sup>B</sup>I<sup>B</sup></b> және <b>I<sup>B</sup>I<sup>O</sup></b> ), <b>I<sup>A</sup>I<sup>B</sup></b> генотипі – IV, ал, рецессивті <b>i</b> аллелі I қан тобын анықтайды.

*Үй қояндарының түсін анықтайтын ген аллельдерінің әртүрлі комбинациялары негізінде пайда болатын төрт түрлі фенотип*



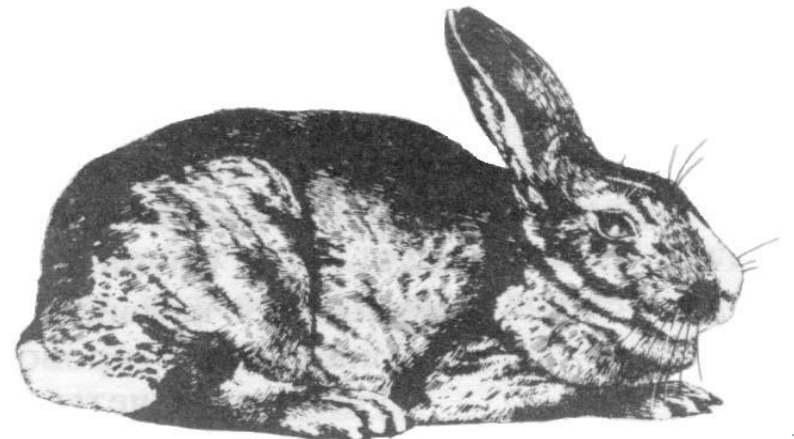
**Альбинос**



**Гималай**



**Шиншилла**



**Агути**

# Үй қояндары түстерінің анықтамасы

Аллель	Генотип	Фенотип
C	CC, Cc <sup>ch</sup> , Cc <sup>h</sup> , Cc	Жабайы тип (агути)
c <sup>ch</sup>	c <sup>ch</sup> c <sup>ch</sup> , c <sup>ch</sup> c <sup>h</sup> , c <sup>ch</sup> c	Ашық - сұр (шиншилла)
c <sup>h</sup>	c <sup>h</sup> c <sup>h</sup> , c <sup>h</sup> c	Гималай
c	cc	Альбинос

Көрсетілген аллельдер өзінен кейінгілерге басымдылық көрсетіп отырады, оны былайша жазуға болады  $C > c^{ch} > c^h > c$



№ 62. Қояндарда кездесетін жүн түстері белгілі: агути, шиншилла (бозғылт), гималай және альбинос. Осы түстердің тұқым қуалауын анықтау үшін мынадай будандастырулар жүргізілген:

1. Шиншилла, гималай және альбинос түсті қояндарды агутимен шағылыстырғанда,  $F_1$ -де барлығының түсі агути болған. Ал,  $F_2$ -де алынған көжектердің түсі  $\frac{3}{4}$  агути және  $\frac{1}{4}$  шиншилла, гималай, альбинос болған.

















2. Шиншилла түсті қоянды гималай немесе альбинос түсті қоянмен шағылыстырғанда,  $F_1$ -де алынған көжектердің түсі ашық бозғылт реңді болған.  $F_2$ -де алынған көжектердің түсі  $\frac{1}{4}$  шиншилла,  $\frac{2}{4}$  ашық бозғылт,  $\frac{1}{4}$  гималай немесе альбинос болған.

Қояндардың түсі қалай тұқым қуалайды. Алғашқы шағылыстыруға алынған қояндардың генотипі қандай?

Адамда болатын көпаллельділікке қан топтарын анықтайтын АВО аллельдерін алуға болады. Адамда қанның төрт тобы болады: **O, A, B және AB**. Олар бір геннің үш түрлі аллельдері арқылы анықталады:  $I^A$ ,  $I^B$  және  $i$ .  $I^A$  және  $I^B$  аллельдері  $i$  аллеліне қарағанда доминантты, бірақ олар бір-біріне **кодоминантты** болып келеді, яғни  $I^A$  және  $I^B$  аллельдерінің екеуі де гетерозиготаларда бірдей мөлшерде байқалады.



# ӘРТҮРЛІ ҚАН ТОПТАРЫ АРАСЫНДАҒЫ ЭРИТРОЦИТТЕРДІҢ ҚҰРАМЫ

(a) Phenotype (blood group)	(b) Genotypes (see p.258)	(c) Antibodies present in blood serum	(d) Results from adding red blood cells from groups below to serum from groups at left			
			A	B	AB	O
A	$I^A I^A$ or $I^A i$	Anti-B				
B	$I^B I^B$ or $I^B i$	Anti-A				
AB	$I^A I^B$	—				
O	$ii$	Anti-A Anti-B				



# Қан топтары, антиденелер, антигендер және генотиптер

Генотиптер	Антигендер (агглютиногендер)	Антиденелер (агглютининде р)	Қан тобы (фенотипі)
$I^0I^0$	-	$\alpha, \beta$	I (0)
$I^AI^A, I^AI^0$	A	$\beta$	II (A)
$I^BI^B, I^BI^0$	B	$\alpha$	III (B)
$I^AI^B$	A, B	-	IV (AB)



Адамның *ABO* жүйесіндегі әртүрлі қан топтарына  
(фенотиптерге) сәйкес келетін генотиптер

Қан топтары (фенотип)	Аллель	Генотип
<b>O</b>	$i$	$ii$
<b>A</b>	$I^A$	$I^A I^A, I^A i$
<b>B</b>	$I^B$	$I^B I^B, I^B i$
<b>AB</b>		$I^A I^B$

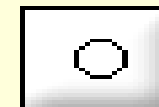
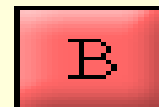
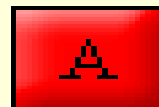


# Возможные аллели женщины

Возможные аллели мужчины

	$I^A$	$I^B$	$i$
$I^A$	$I^A I^A$	$I^A I^B$	$I^A i$
$I^B$	$I^A I^B$	$I^B I^B$	$I^B i$
$i$	$I^A i$	$I^B i$	$ii$

Группы крови



# М және N жүйесі

---

1927 ж. К. Ландштейнер мен П. Левин қояндарға адамның қызыл қан денешіктерін енгізу кезінде оларда адам клеткасының антигеніне антидене түзілетінін байқаған. Өртүрлі адамдардың қанын зерттей келе ғалымдар антидененің М және N екі типін анықтады. Демек, адамдарда М типі, N типі және екі антигеннің бірігуінен MN типі болатыны анықталды.

М және N типтері гомозиготалы, ал, MN типі екі аллель бойынша гетерозиготалы. Осы белгіні анықтайтын генді Ландштейнердің құрметіне L деп белгіленді:  $L^M$  және  $L^N$  гаметалары бірігіп, генотипін  $L^{MN}$  береді.

---





AB (IV)



O (I)

# ?

## Задача

## вопрос 1

**Перед судебно-медицинской экспертизой поставлена задача выяснить: является ли мальчик, имеющийся в семье супругов родным или приемным. Исследование крови мужа, жены и ребенка показало: жена AB (IV) группа крови, муж – O (I) группа крови, ребенок - O (I) группа крови, какое заключение должен дать эксперт и на чем оно будет основано?**



# Қан топтарының, генотип, антигендер мен антиденелердің сәйкестілігі

Генотиптер	Антигендер	антиденелер	Иммунды антидене	Қан тобы (фенотипі)
<i>DD, Dd</i>	+	-	-	<b>Rh<sup>+</sup></b>
<i>dd</i>	-	-	+	<b>Rh<sup>-</sup></b>



## ТАЛҚЫЛАУҒА АРНАЛҒАН СҰРАҚТАР

---

№ 1. Адамдардың қаны Rh антигенінен тұрады, бұл доминантты белгі (резус-оң). Басқа адамдардың қанында бұл антиген жоқ (резус-теріс). Егер, ата-аналары резус-теріс болса, онда, бұл некеден туылатын баланың резусі қандай болады? Егер, ата-анасының бірінің қан тобы резус-теріс, ал екіншісі резус-оң болған жағдайда қалай болады?

№ 2. Перзентханада бір түнде төрт нәресте дүниеге келген, олардың қан топтары 0, А, В және АВ. Осы нәрестелердің ата-аналарының қан топтары:

I жұпта: 0 және 0; II жұпта АВ және 0;

III жұпта А және В; IV жұпта В және В болған.

Нәрестелердің ата-аналарын қалай анықтап білуге болады? Ата-аналары мен нәрестелердің генотиптерін анықтау керек?

---



***АЖЫРАУ КЕЗІНДЕ  
ӘДЕТТЕГІ САНДЫҚ  
ҚАТЫНАСТАРДЫҢ  
АУЫТҚУЛАРЫ ЖӘНЕ  
ОНЫҢ СЕБЕПТЕРІ***



# Бұршақ өсімдіктерінің $F_2$ ұрпағы дәндерінің бояулары бойынша ажырау қатынасы

Өсімдіктердің рет сандары	Тұқым сандары	
	сары	жасыл
1	25	11
2	32	7
3	14	5
4	70	27
5	24	13
6	20	6
7	32	13
8	44	9
9	50	14
10	44	1
<b>Барлығы</b>	<b>355</b>	<b>123</b>

Он өсімдіктен тәжірибе жүзінде алынған сары және жасыл тұқымдардың ажырауының ара қатынастары берілген. Осы өсімдіктердің әрқайсысының ажырау қатынастарына қарасақ, олар, мысалы, 25:11 (2,27:1) және 24:13 (1,84:1), яғни теорияда күтілген фенотиптік кластардың 3:1 қатынасынан көп өзгеше болып шығады. Тәжірибеде алынған қатынастардың теория бойынша күтілген қатынастардан осылайша көп ауытқуы Мендель ашқан ажырау заңдылығына күмән келтіре алмайды. Өйткені, ықтималдылық теориясы бойынша іріктеуге алынған объектілер саны көп болғанда ғана тәжірибе мәліметтері теориялық күтілген қатынасқа дәл келе алады. Тәжірибеден алынған мәліметтердің теорияда күтілген мәліметтерге сәйкес келуі  $\chi^2$  (*хи-квадрат*) әдісімен тексеріледі. Тәжірибеде алынған және теорияда күтілген мәліметтер арасындағы ауытқулардың кездейсоқ себептен немесе заңды себептерден болғандығына статистикалық баға беріледі.



Тәжірибеде алынған сандық мәліметтер негізінде фенотиптік кластарға ажырау кестесі жасалады. Барлық кластар бойынша тәжірибеде алынған іріктеудің көлемін, онан соң әр класс бойынша теорияда күтілетін шаманы ( $q$ ) ажырау формуласы (1:1, 3:1, 9:3:3:1, 9:7 т.б.) арқылы табады. Онан соң ауытқуды ( $d$ ), ауытқудың квадратын ( $d^2$ ) табады да, соңғысын әр класс үшін теорияда күтілетін санға ( $q$ ) бөледі. Ең соңында барлық бөлінділерді қосады және  $\chi^2$  - тың мәнін табады.  $\Sigma$ - таңбасы қосындыны білдіреді. Мысалы, тәжірибеде дрозифиланың қара және сұр дарабастарын моногибридтік будандастырудан  $F_2$  -де олардың 197 сұр және 79 қара дарабастарын алды дейік. Осы мәліметтер бойынша кесте жасаймыз.

$F_2$ -де алынған ажыраудың теорияда күтілген ажырауға сәйкестігін  $\chi^2$  әдісімен тексеру

Мәліметтер	$F_2$ шыбындарының фенотиптері		Барлығы
	сұр	қара	
Тәжірибеде алынғаны	197	79	276
Күтілуі $q$ (3:1)	207	69	276
Ауытқуы $d$	-10	+10	
$d^2$	100	100	
$d^2/q$	0,48	1,45	

$$\chi^2 = \sum d^2/q = 0,48 + 1,45 = 1,93$$

Осы ауытқулар кездейсоқ ауытқу ма (іріктеменің аздығы, бірнеше шыбынның талдауға дейін өліп қалуы немесе ұшып кетуі т.б.) немесе заңды ауытқуы ма? Бұл сұраққа жауап беру үшін арнаулы  $\chi^2$  Фишер кестесі пайдаланылады.



# Әртүрлі ерікті дәрежелер санындағы $\chi^2$ мәні (Фишер бойынша)

Ерікті дәрежелер саны	Ықтималдылығы, P						
	0,99	0,95	0,80	0,50	0,20	0,05	0,01
1	0,000	0,004	0,064	0,455	1,642	3,841	6,635
2	0,020	0,103	0,446	1,386	3,219	5,991	9,210
3	0,115	0,352	1,005	2,366	4,642	7,815	11,345
4	0,297	0,711	1,649	3,357	5,989	9,488	13,277
5	0,554	1,145	2,343	4,351	7,289	10,070	15,086
6	0,872	1,635	3,070	5,348	8,558	12,592	16,812
7	1,239	2,167	3,822	6,346	9,803	14,067	18,475
8	1,646	2,733	4,594	7,344	10,030	15,507	20,090
9	2,088	3,325	5,380	8,343	12,242	16,919	21,666
10	2,558	3,940	6,179	9,342	13,442	18,307	23,209
15	5,229	7,261	10,307	14,339	19,311	24,996	30,578
20	8,260	10,851	14,578	19,337	25,038	31,410	37,566
25	11,52	14,611	18,940	24,337	30,675	37,652	44,314
4							
30	14,95	18,493	23,364	29,339	36,250	43,773	50,892
3							

Егер ауытқу 0,05-тен жиірек болса, статистикада ол кездейсоқтық емес деп есептелінеді. Егер тәжірибеде алынған мәліметтер мен теориялық күтілген мәліметтер арасындағы айырмашылық 0,05-тен (5%) аспаса, ол айырмашылық кездейсоқ себептерден болуы мүмкін деп есептелінеді. Біздің мысалымызда  $P > 0,05$ , яғни  $F_2$ -дегі ажырау 3:1 қатынасындағы теориялық күтілген ажырауға сәйкес.

---



**ЛЕТАЛЬДЫ ГЕНДЕРДІН  
ӘСЕРІНЕН БОЛАТЫН  
АУЫТҚУЛАР**



Геннің жұп аллельдерінің тұқым қуалауы, әдетте ажырау заңына толық сәйкес келеді. Бірақ, әр фенотиптік класқа жататын дарабастардың өмір сүру қабілеті бірдей болмауына байланысты фенотиптік кластардың қатынасы теорияда күтілген қатынастан өзгеше болуы да мүмкін. Бұл жағдай *летальды (өлім тудыратын) гендердің* әрекетінен болады. Дарабасты пісіп жетілуге жеткізбей өлімге душар ететін гендерді *летальды гендер* деп атайды. Летальды гендер өздерінің әсерін көбінесе гомозиготалы жағдайда және организмнің дамуының әртүрлі кезеңдерінде көрсете алады.

**P**

Доминантная мутация желтой окраски у мышей  
с рецессивным летальным эффектом



$Yy$

×



$Yy$

Гаметы

$Y$

$y$

$Y$

$y$

**F<sub>1</sub>**



$\frac{1}{4} YY$



$\frac{1}{2} Yy$



$\frac{1}{4} yy$

**2 ЖЕЛТЫХ : 1 НЕ ЖЕЛТЫЙ**

Летальды гендер көптеген жануарларда, адамдарда және өсімдіктерде де болатындығы белгілі. Кейде летальдылық бірнеше аллельді емес гендердің бірігіп әсер етуінен де болады. Мысалы, адамда және кейбір сүтқоректілерде шеміршектің қалыптасуына әсер ететін ген ұрықтың немесе жаңа туған нәрестенің өліміне әкеліп соғатын кемістікті тудырады. Адамдарда, туу кезінде өлімге душар ететін өкпенің ішкі өзгерістерін тудыратын рецессивті геннің болатындығы белгілі. Сол сияқты летальды гендердің әсерінен болатын Тея-Сакс ауруы да анықталған.



**Гендердің толық  
көрінбеуінен  
туатын ауытқулар**

## Гималай аллельінің температураға тәуелді көрінуі

---



20° C температурада өсірілген



30 ° C температурада өсірілген

---



1 Адамдағы қан тобының гомозиготалы генотипі:

A)  $I^A I^A$

B)  $I^B I^B$

---

C)  $i^0 i^0$

D)  $I^A i^0$

E)  $I^B i^0$

F)  $I^A I^B$

G)  $i^0 I^B$

H)  $I^B I^A$

2 Адамдағы қан тобының гетерозиготалы генотипі:

A)  $I^A i^0$

B)  $I^B i^0$

C)  $I^A I^B$ .

D)  $i^0 i^0$

E)  $I^A I^A$

F)  $I^B I^B$

G)  $I^A I^B$

---

H)  $rh/rh$

4 0 қан тобына жататын жігіт, А тобындағы қызға үйленген. Қыздың әкесінің қан тобы 0. Ата-аналарының генотиптері, осы некеден туылатын балалардың О және А қан тобы болу ықтималдылығы:

А) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^0 \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы  $\frac{1}{2}$  -  $I^0 I^0$  және  $\frac{1}{2}$  -  $I^A I^0$ .

В) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^0 \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы 50% -  $I^0 I^0$  және 50% -  $I^A I^0$ .

С) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^0 \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы  $\frac{1}{2}$  -  $I^0 I^0$  және  $\frac{1}{2}$  -  $I^A I^0$  немесе 50% -  $I^0 I^0$  және 50% -  $I^A I^0$ .

Д) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^A \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы  $\frac{3}{4}$  -  $i^0 i^0$  және  $\frac{1}{4}$   $I^A i^0$ .

Е) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^A \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы 75% -  $I^0 I^0$  және 25% -  $I^A I^0$ .

Ғ) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^B \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы - 50% -  $I^A I^0$  және 50% -  $I^B I^0$ .

Г) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^0 \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы  $\frac{1}{4}$  -  $i^0 i^0$ ,  $\frac{3}{4}$  -  $I^A i^0$ .

Н) Ата-аналарының генотиптері  $I^A I^A \times i^0 i^0$ , ықтималдылығы  $\frac{1}{6}$  -  $I^A i^0$ ,  $\frac{1}{4}$  -  $I^0 I^0$ .



6 Генотипі  $I^A i^0$  болатын ағзаның гамета түзу ықтималдығы және олардың типі:

- A) 50% -  $I^A$ , 50% -  $i^0$ .
- B)  $\frac{1}{2}$  -  $I^A$ ,  $\frac{1}{2}$  -  $i^0$ .
- C) 50% -  $I^A$ , 50% -  $i^0$  немесе  $\frac{1}{2}$  -  $I^A$ ,  $\frac{1}{2}$  -  $i^0$ .
- D) 75% -  $I^A$ , 25% -  $i^0$ .
- E) 25% -  $I^A$ , 75% -  $i^0$ .
- F) Гаметаның бір типі -  $I^0$ , 100%.
- G) Гаметаның бір типі -  $I^A$ , 100%.
- H) 80% -  $I^A$ , 20% -  $i^0$ .

7 Ата-анасының қан тобы MN. Осы отбасында туылатын балалардың қан топтарының мүмкін болатын қатынастары:

- A) 25% - M, 25% - N, 50% - MN.
- B)  $\frac{1}{4}$  - M,  $\frac{1}{4}$  - N,  $\frac{1}{2}$  - MN.
- C)  $\frac{1}{4}$  - M,  $\frac{1}{4}$  - N,  $\frac{1}{2}$  - MN немесе  $\frac{1}{4}$  - M,  $\frac{1}{4}$  - N,  $\frac{1}{2}$  - MN.
- D) 50% - M, 25% - MN, 25% - N.
- E)  $\frac{1}{2}$  - M,  $\frac{1}{4}$  - MN,  $\frac{1}{4}$  - N.
- F) 50% - M, 25% - MN, 25% - N немесе  $\frac{1}{2}$  - M,  $\frac{1}{4}$  - MN,  $\frac{1}{4}$  - N.
- G) 50% - N, 50% - M, 50% - MN.
- H)  $\frac{1}{4}$  - MM,  $\frac{1}{4}$  - NN,  $\frac{1}{4}$  - MN.



---

---

