

ВТОРАЯ НАУЧНАЯ ШКОЛА МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ И СПЕЦИАЛИСТОВ
ПО РЫБНОМУ ХОЗЯЙСТВУ И ЭКОЛОГИИ
С МЕЖДУНАРОДНЫМ УЧАСТИЕМ,
ПОСВЯЩЕННАЯ 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ
И.Б. БИРМАНА
Звенигород 19-25 апреля 2015

ФОРМАЛЬНАЯ ТЕОРИЯ ЖИЗНИ РЫБ Ф.И. БАРАНОВА И ЕЕ СОВРЕМЕННАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

Проф. Шibaев Сергей Вадимович
Калининградский государственный
технический университет

Аксиомы ихтиологии

- К.Бэр (1856): Необходимо дать рыбе хотя бы один раз отнереститься, чтобы обеспечить достаточный приплод
- Г.В.Никольский (1974): Промысел не оказывает влияние на популяцию, если не превышает ее способностей к саморегуляции
- Гейнке (1914): Перелов проявляется в «мельчании» рыбы в улове и падении самой величины улова

Формальная теория жизни рыб

- Баранов Ф.И. 1814. К вопросу о перелове
- Баранов Ф.И. 1918. К вопросу о биологических основания рыбного хозяйства
- Баранов Ф.И. 1925. К вопросу о динамике рыбного промысла

Формальная теория жизни рыб Ф.И.Баранова (1918)

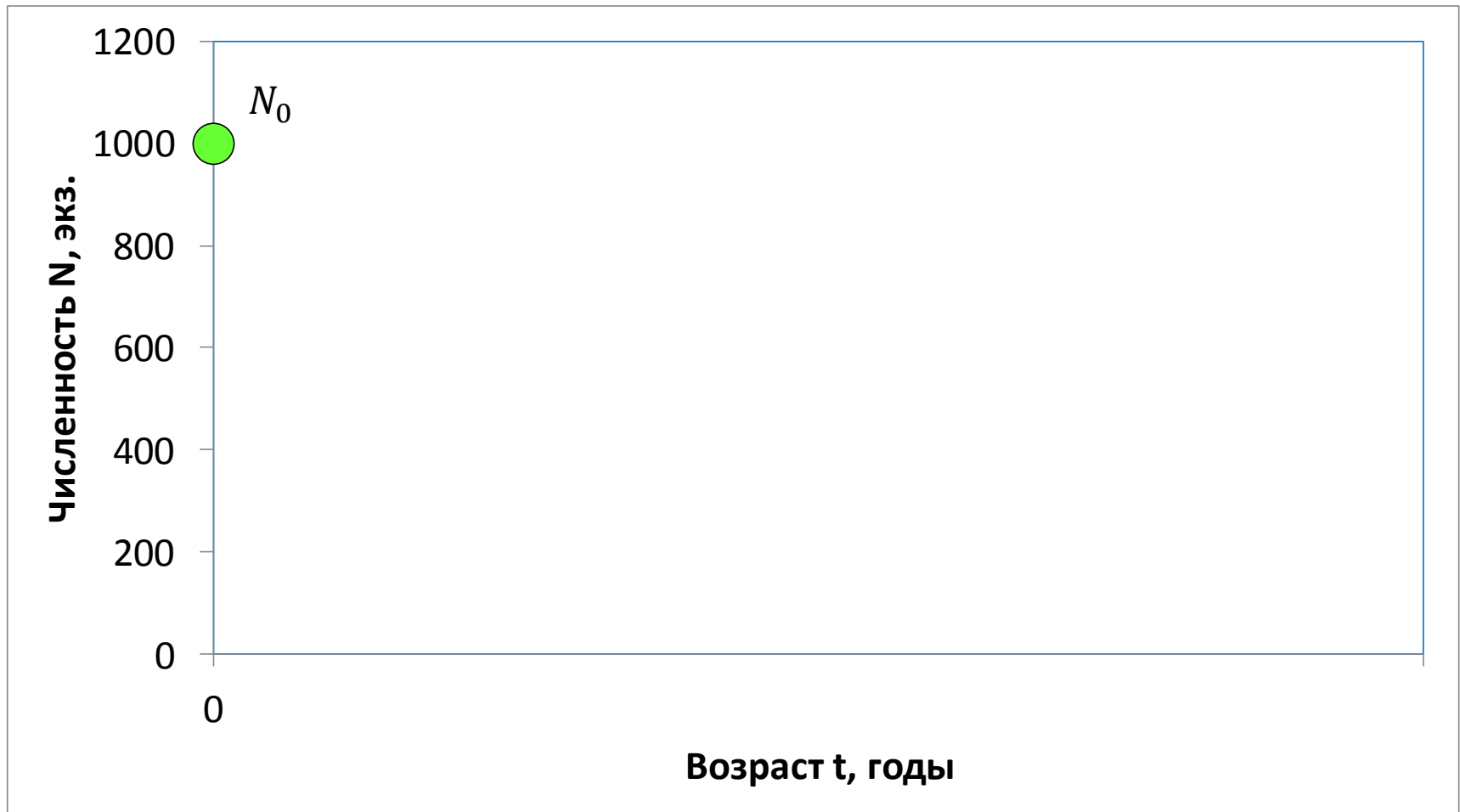
Петиция английских рыбаков 1376 г.

В разных местах нашей страны, в морских проливах и бухтах, где до сих пор было обильное и добычливое рыболовство, к большой выгоде страны, оно частью расстроено и стало безвыгодным вследствие того, что некоторые рыбаки ввели в употребление семь лет тому назад новое орудие, называемое «wonder shoip», сделанное наподобие устричной драги.

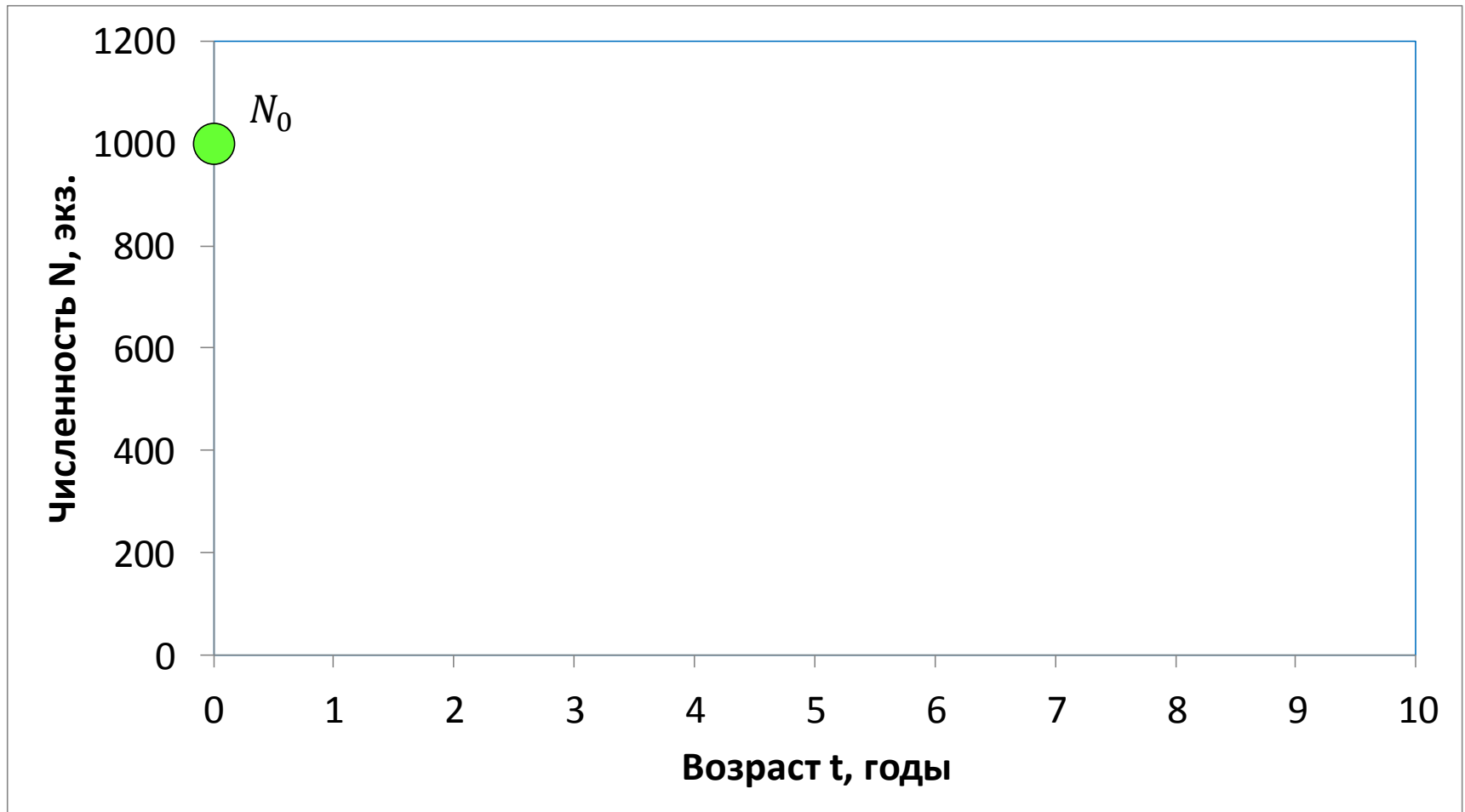
Сеть этого орудия имеет столь частую ячею, что ни одна рыбка, даже самая маленькая, захваченная им, не может уйти и попадается. Кроме того, тяжелое и длинное железо этого орудия уничтожает икру и пищу рыб в сказанных водах, губит залежи устриц, моллюсков и других животных, за счет которых живут большие рыбы. С помощью упомянутого орудия рыбаки захватывают столь большие количества мелкой рыбы, что не знают, что с ней делать, к большому вреду общин королевства и к гибели рыболовства.

***Резолюция:** Пусть будет составлена комиссия из знающих лиц, чтобы рассмотреть и удостоверить истину сего беззакония, и на основании сего пусть суд восстановит порядок.*

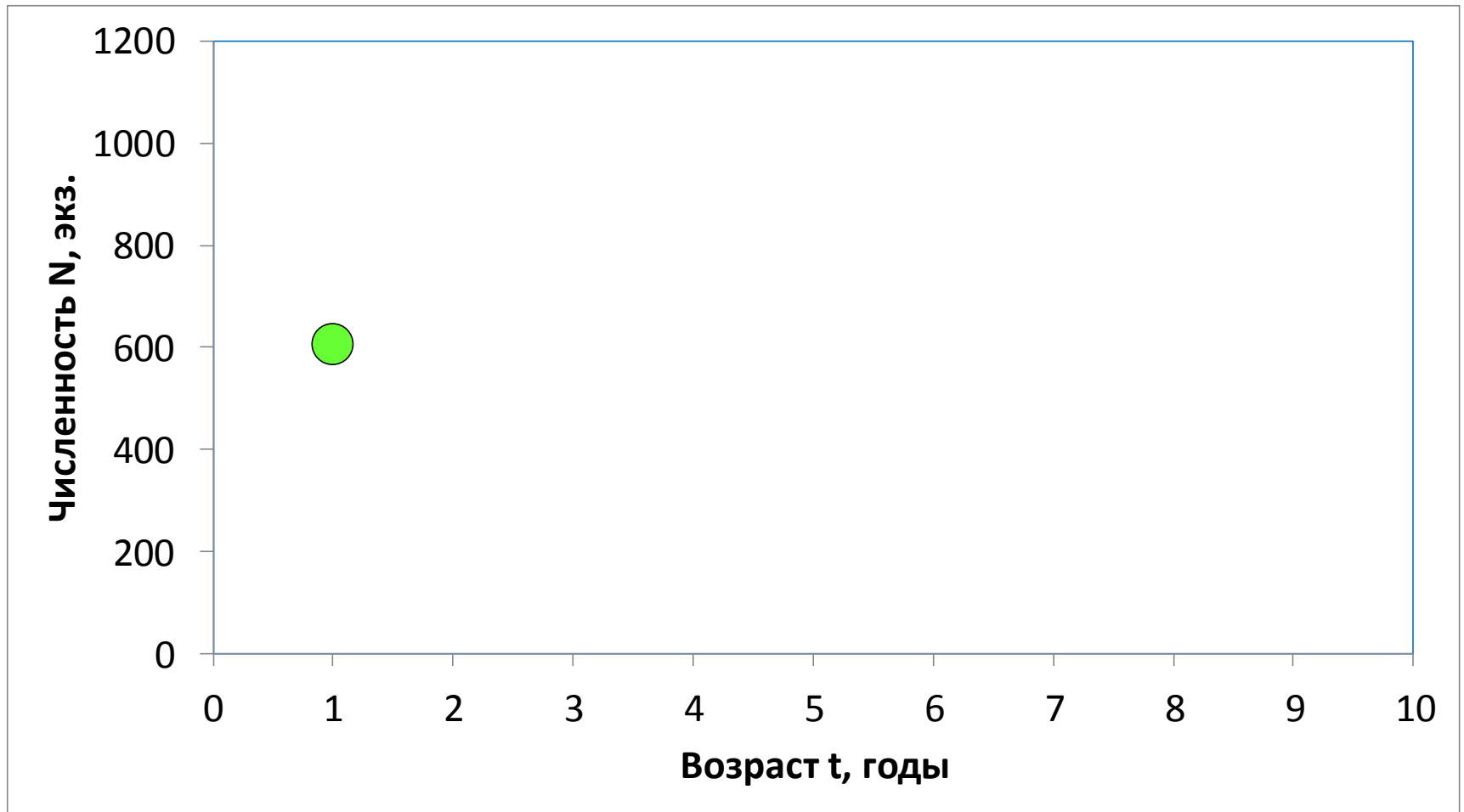
Кривая выживания



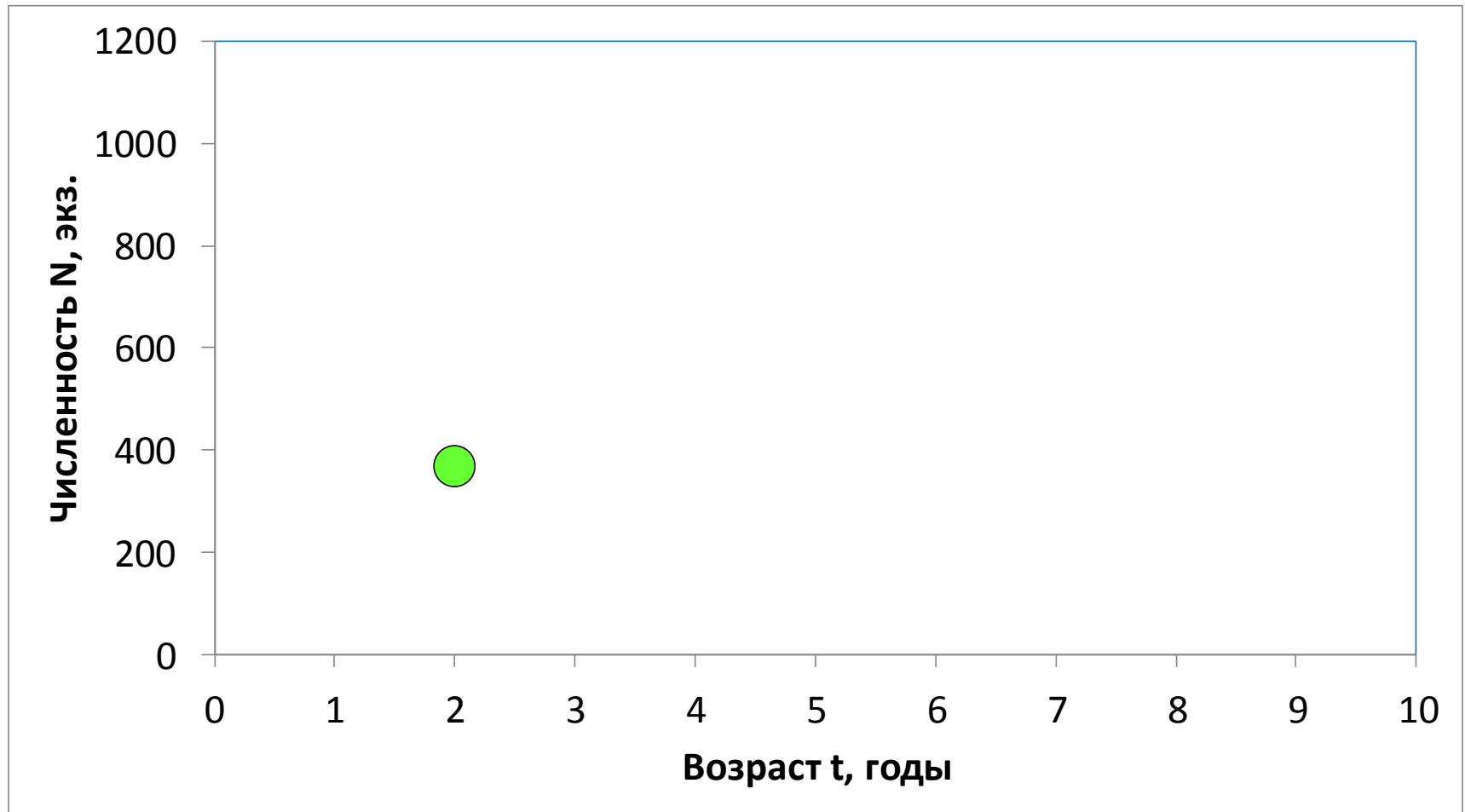
Кривая выживания



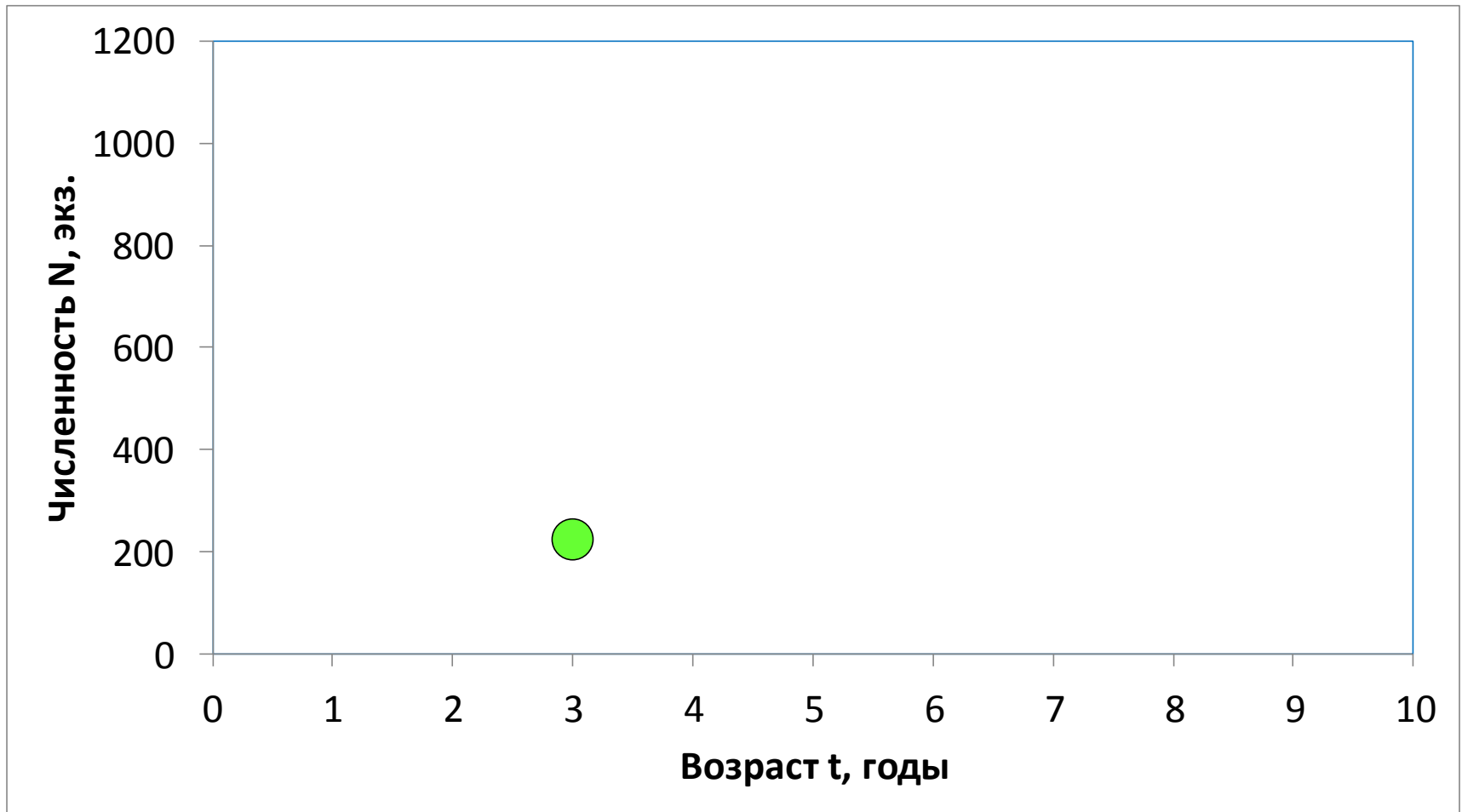
Кривая выживания



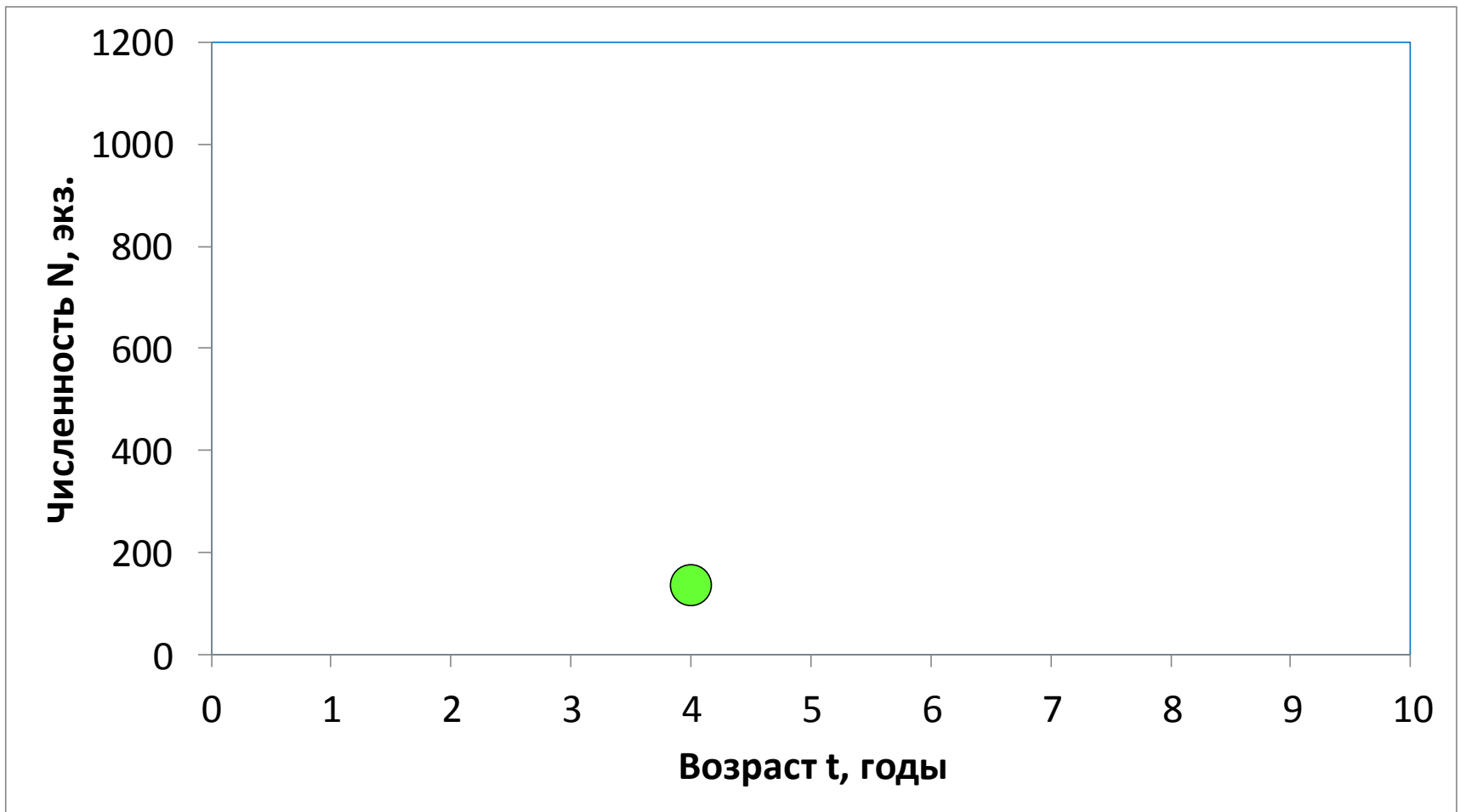
Кривая выживания



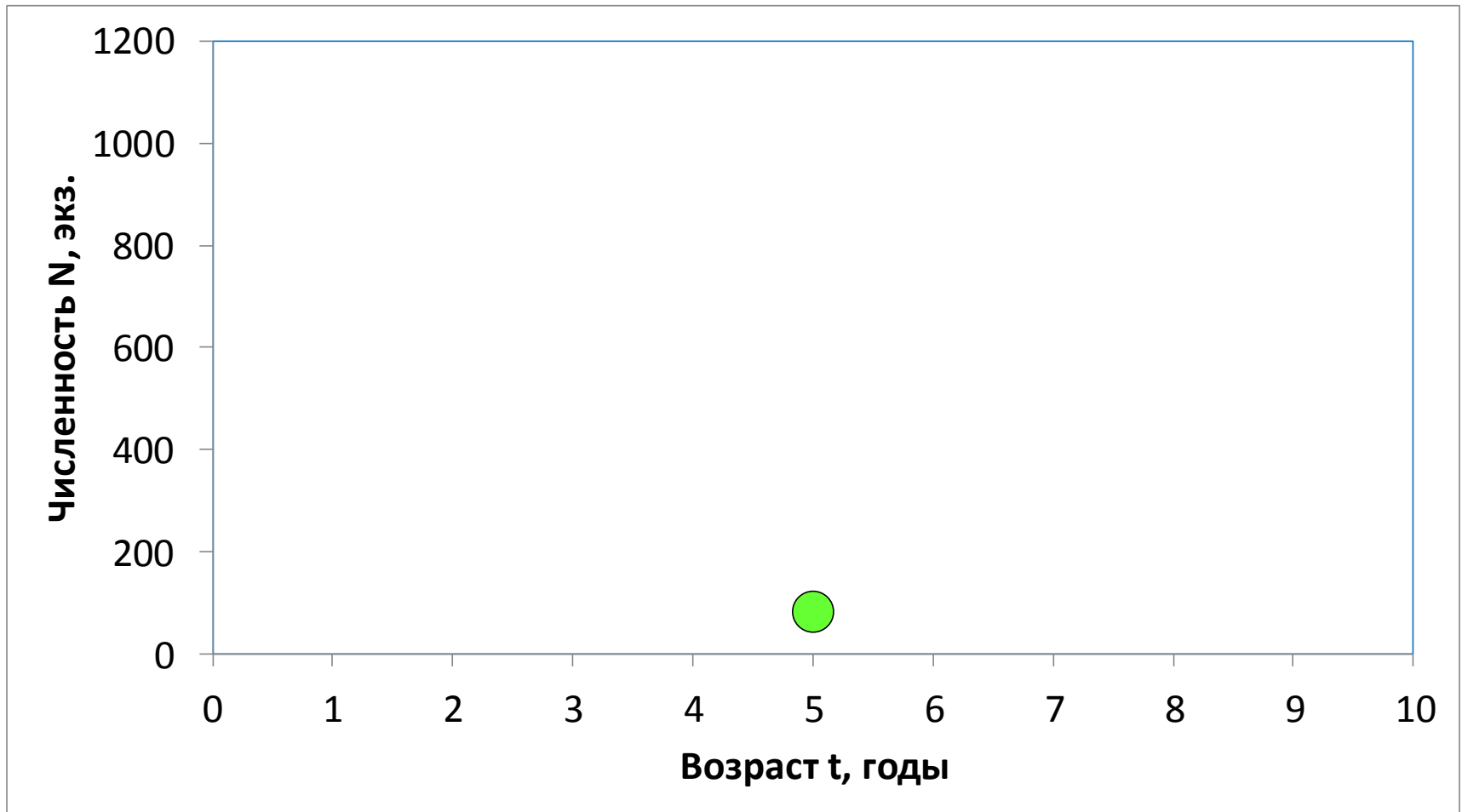
Кривая выживания



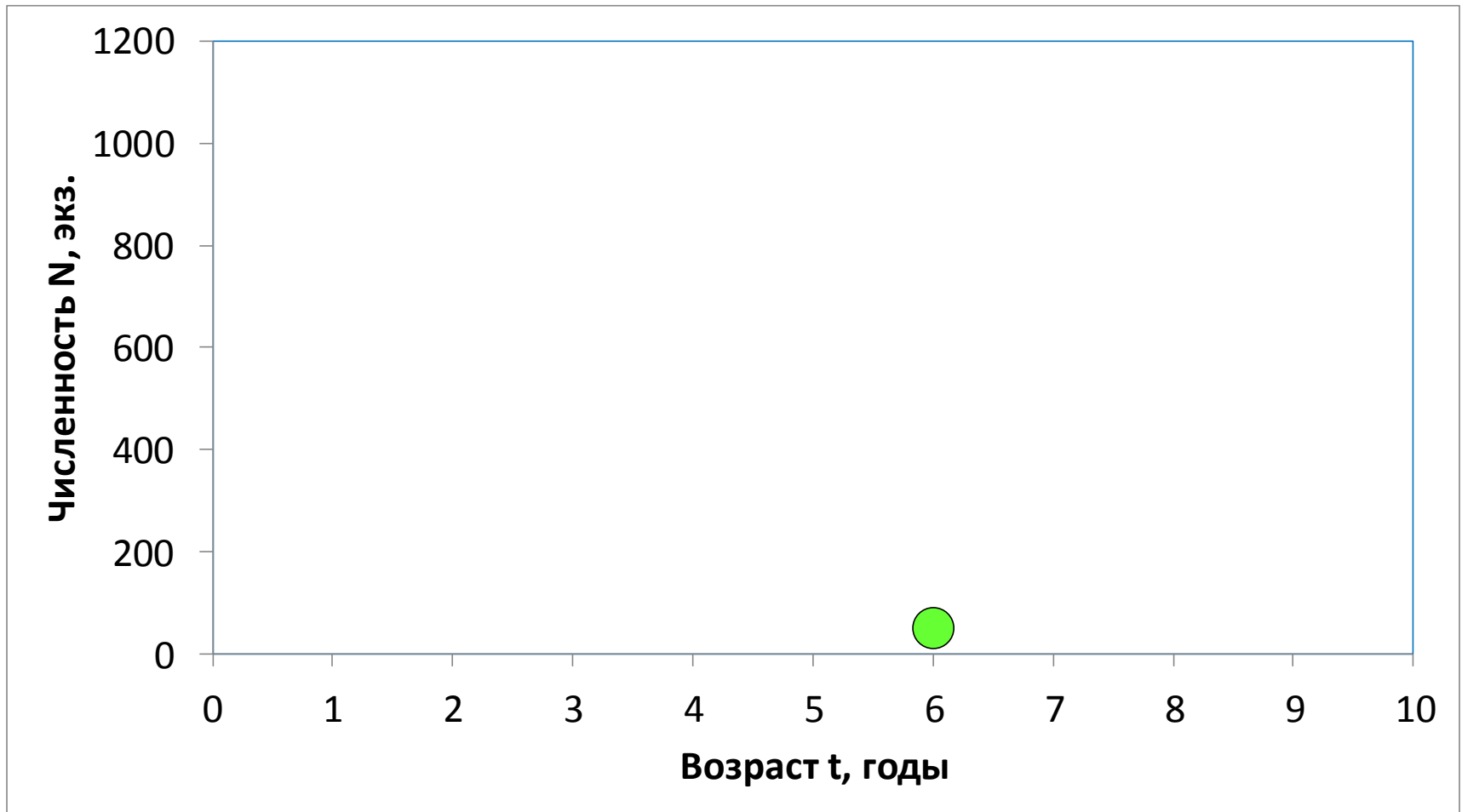
Кривая выживания



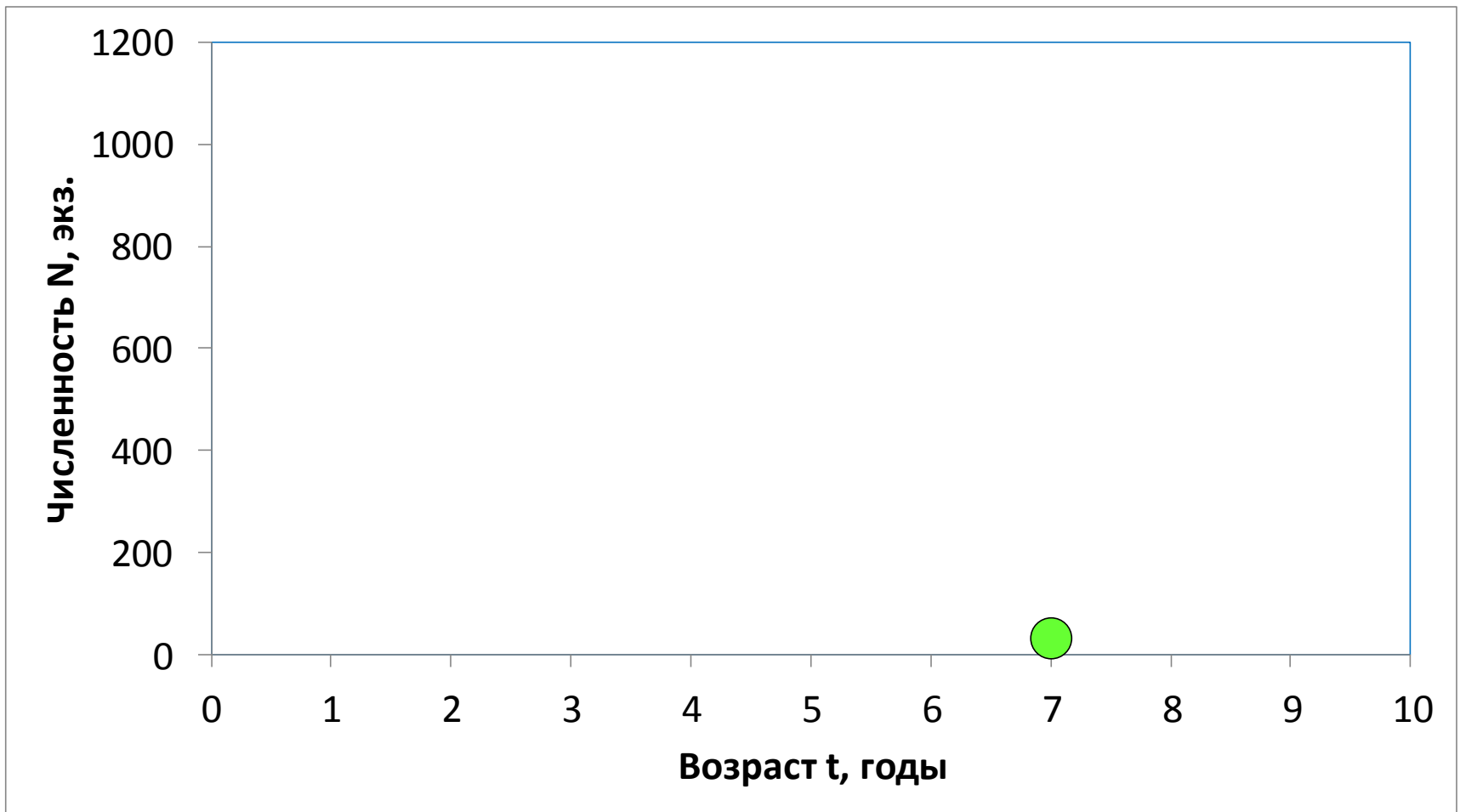
Кривая выживания



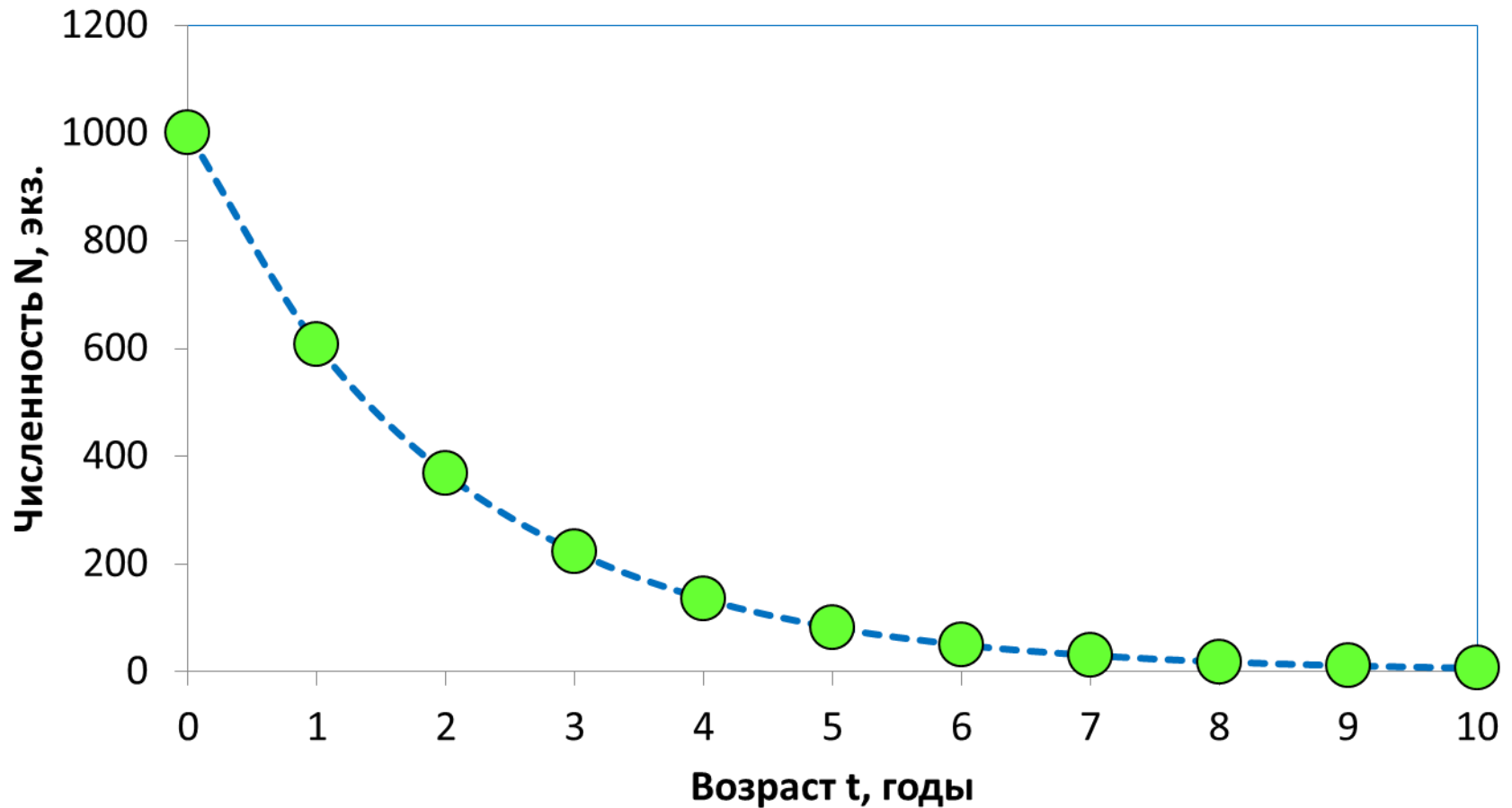
Кривая выживания



Кривая выживания



Кривая выживания - геометрическое место точек, описывающих изменение численности поколения в течение его жизни

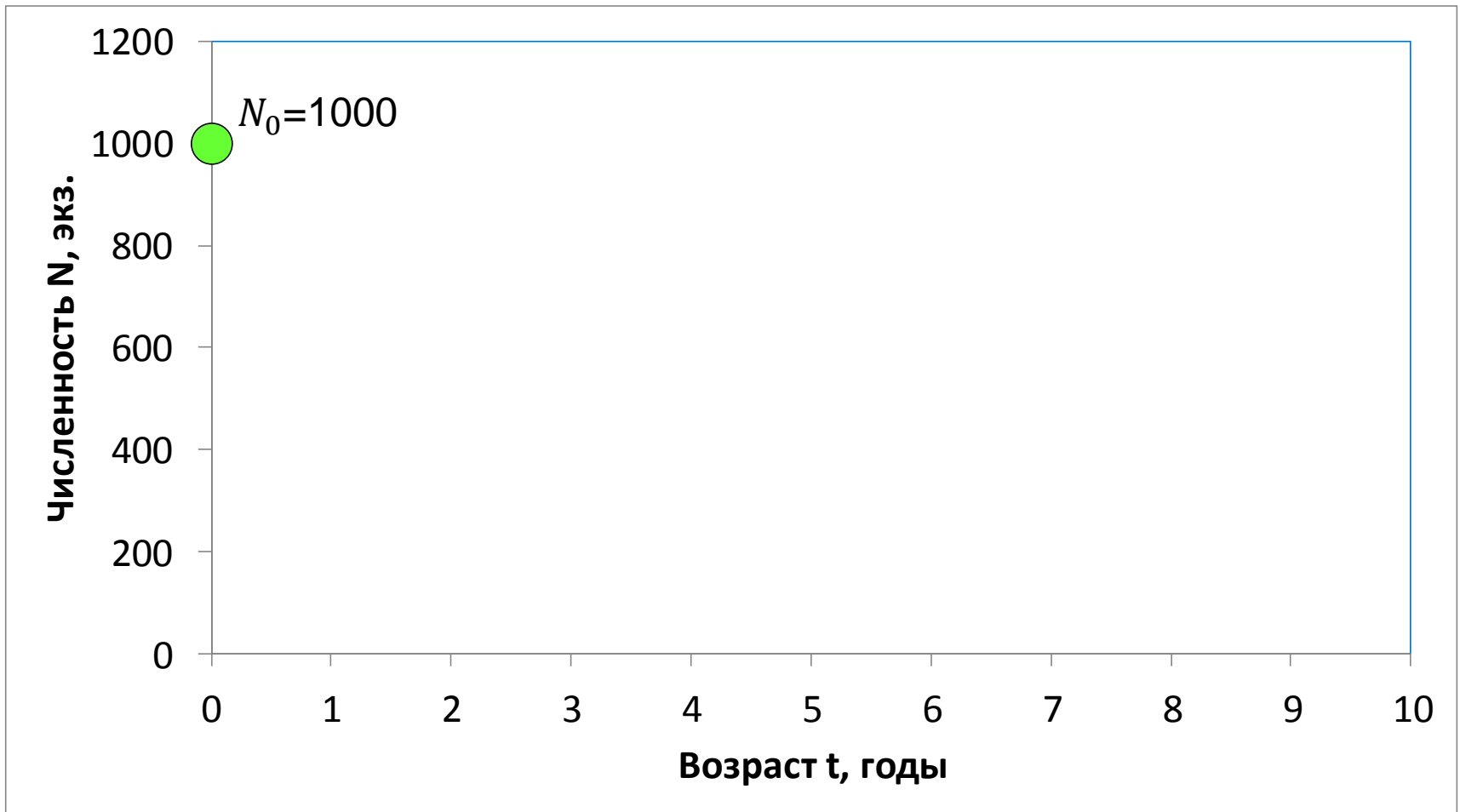


Кривая выживания

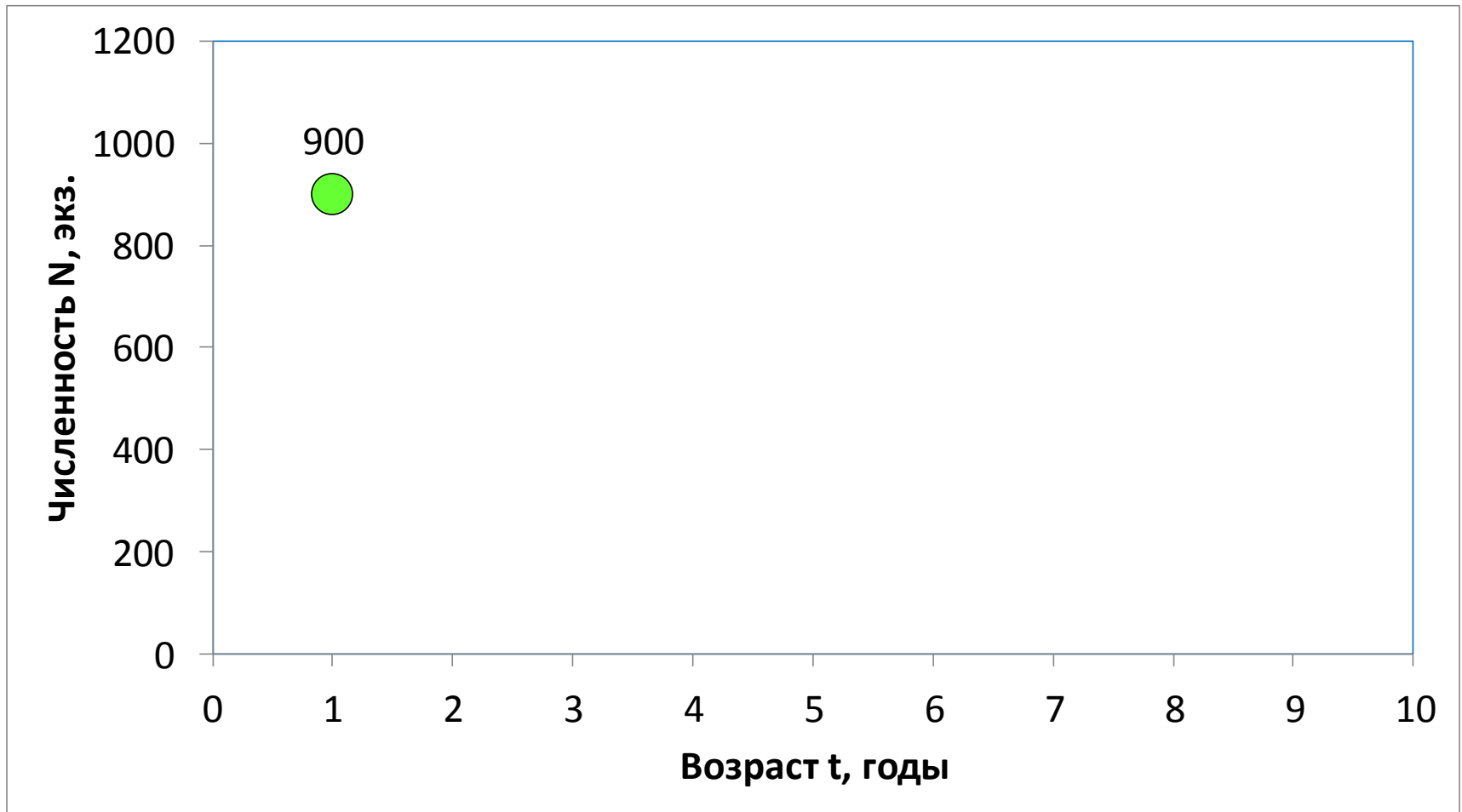
- Геометрическое место точек, описывающих изменение численности поколения в течение его жизни
- Форма кривой выживания определяется **смертностью** рыб, т.е. той скоростью, с которой происходит убыль численности поколения
- Положение – начальной численностью поколения N_0

Расчет кривой выживания

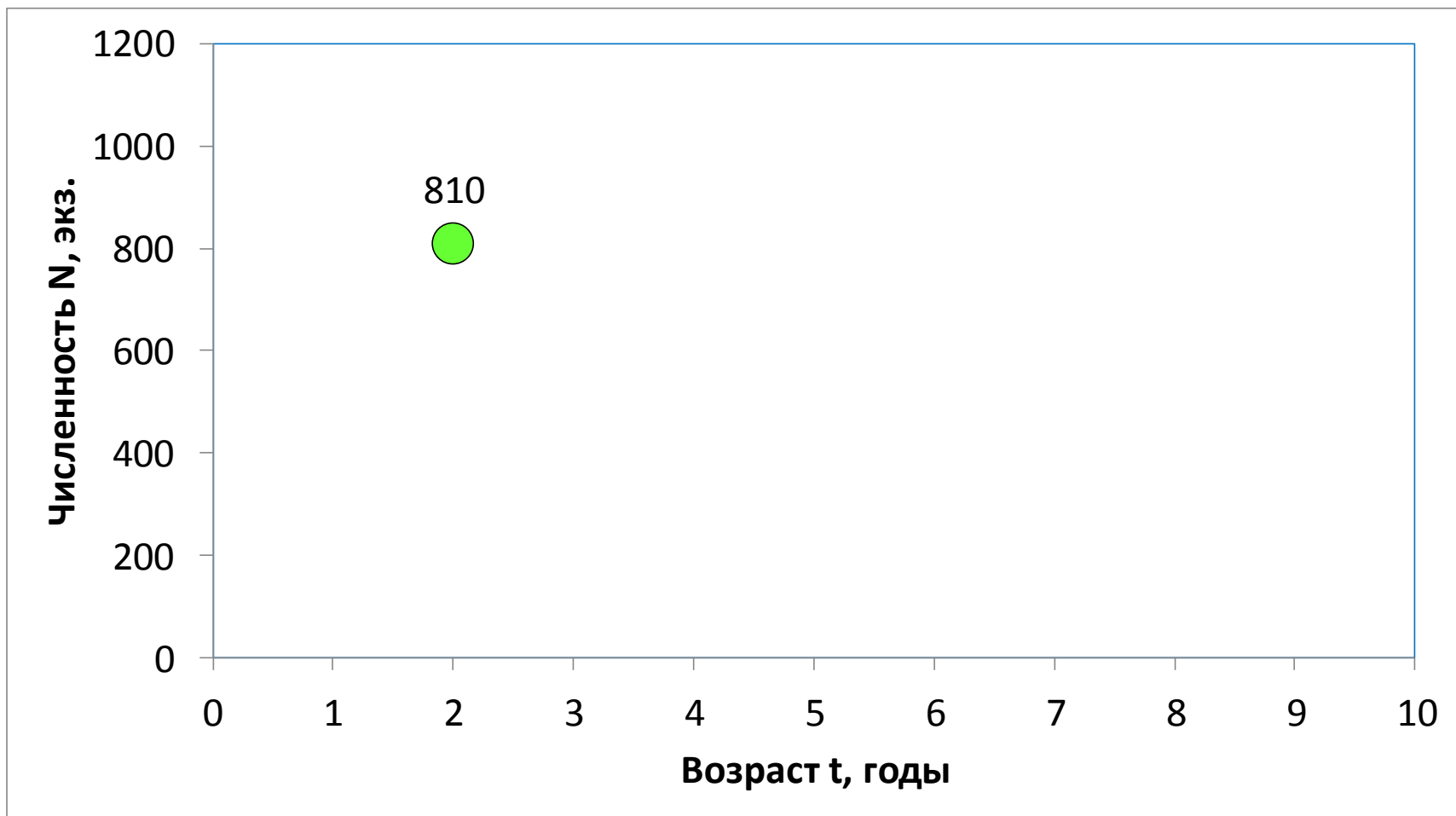
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



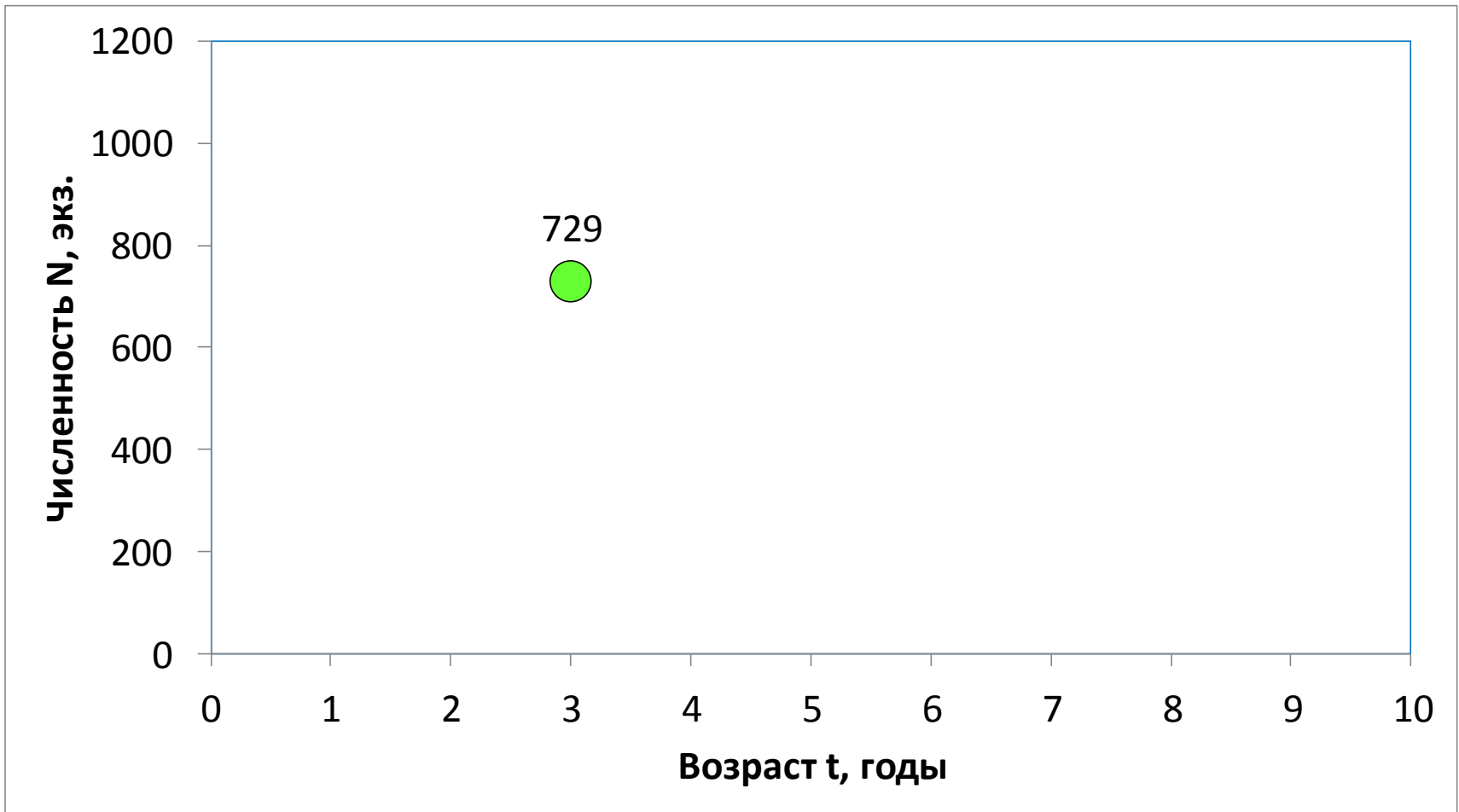
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



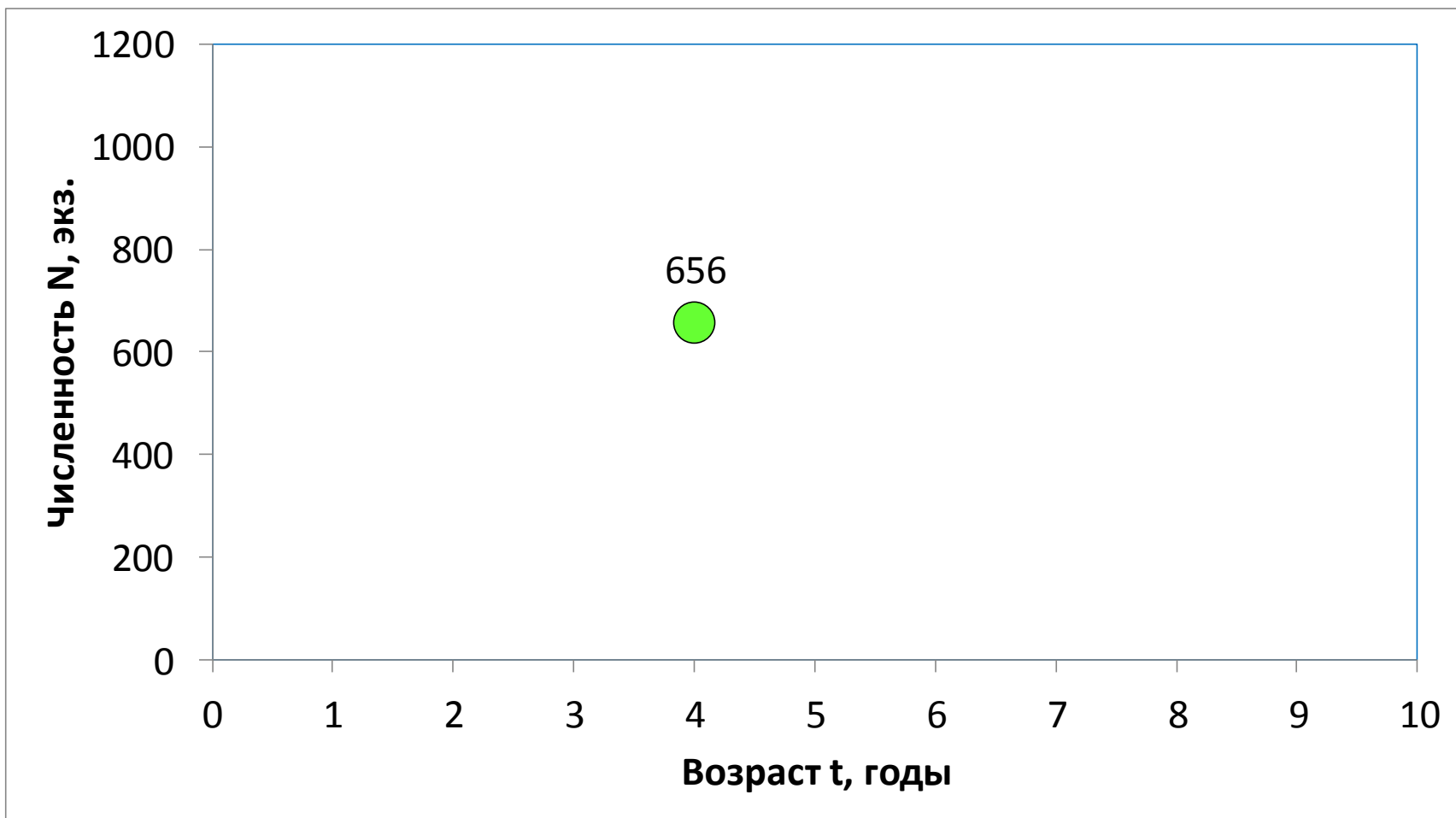
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



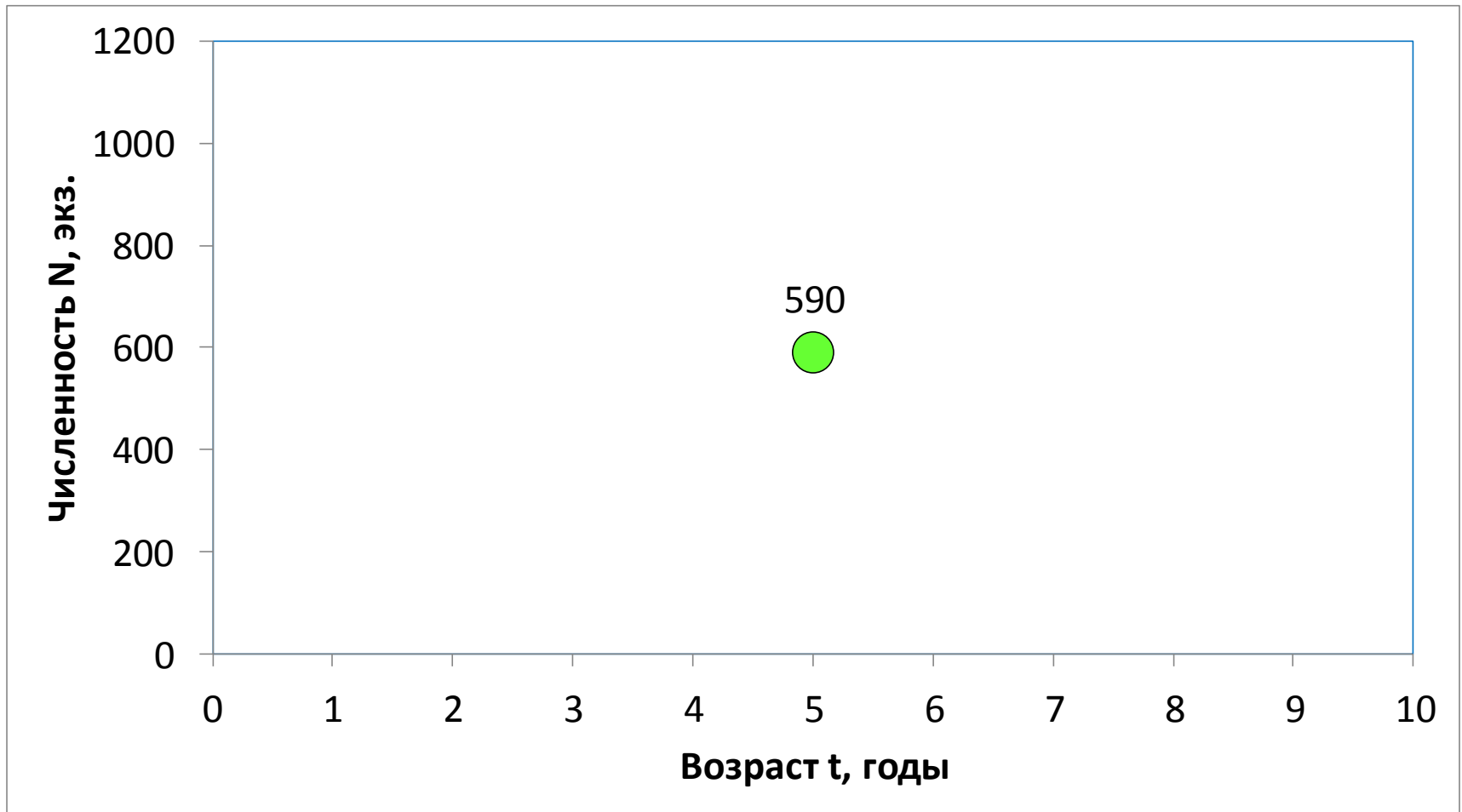
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



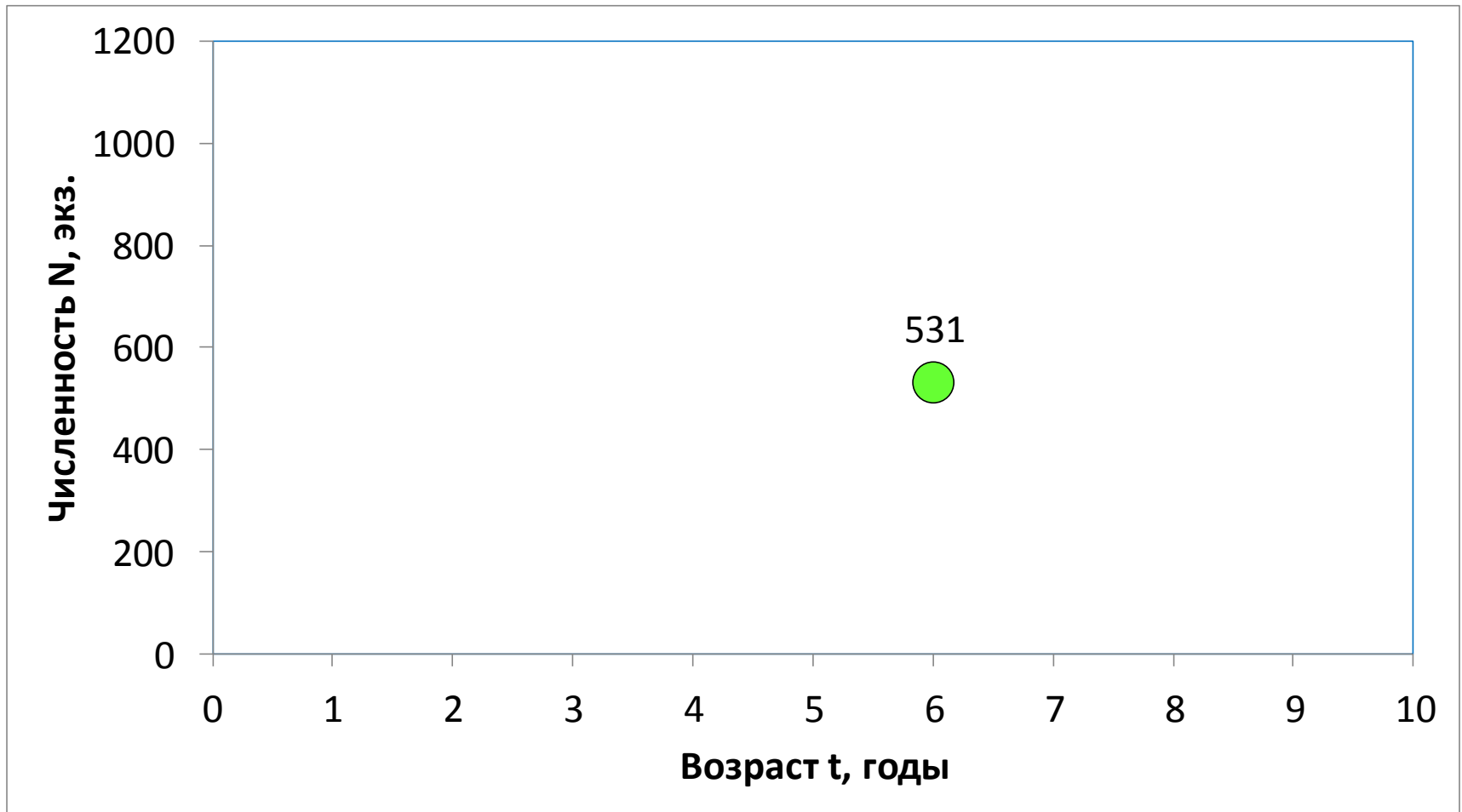
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



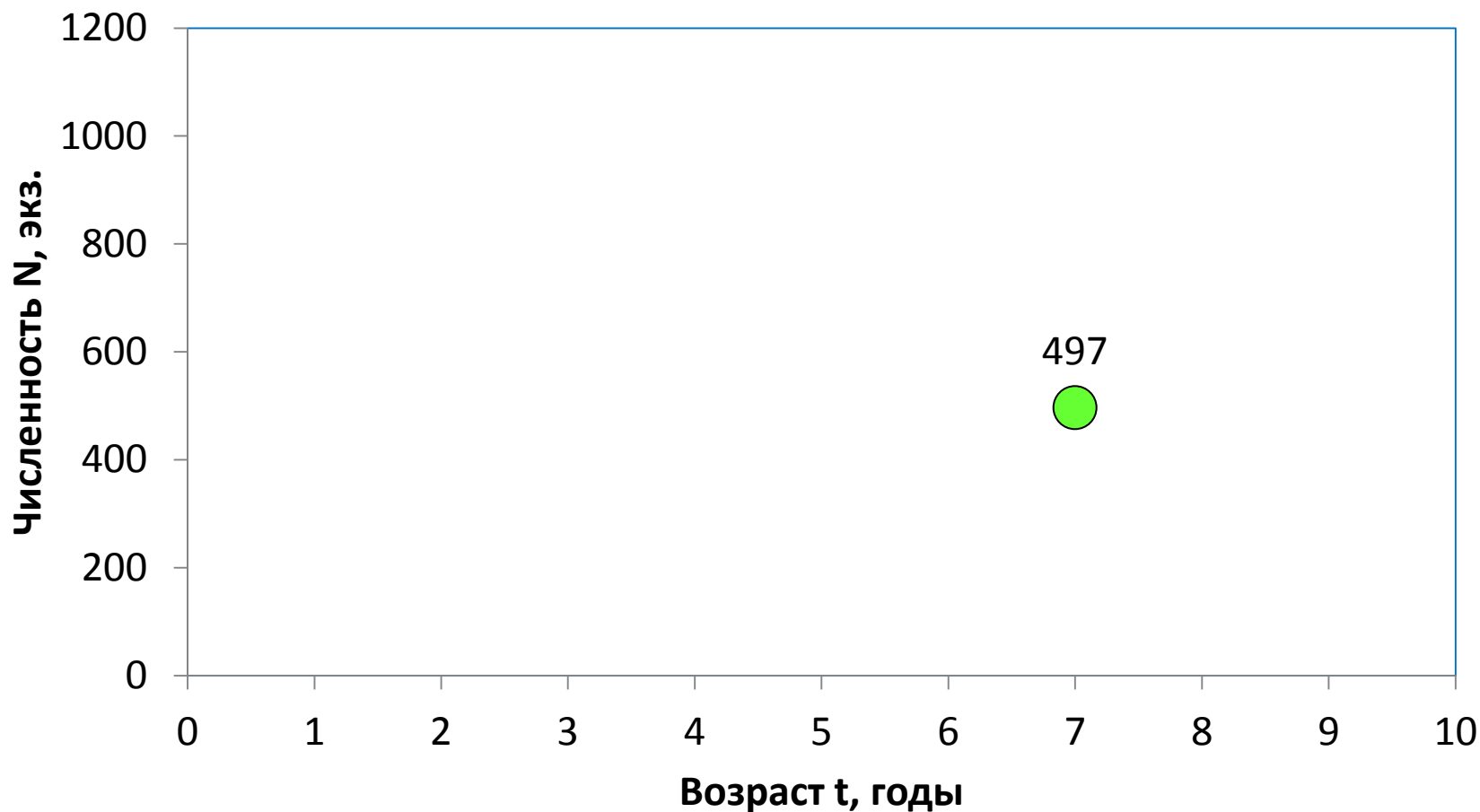
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



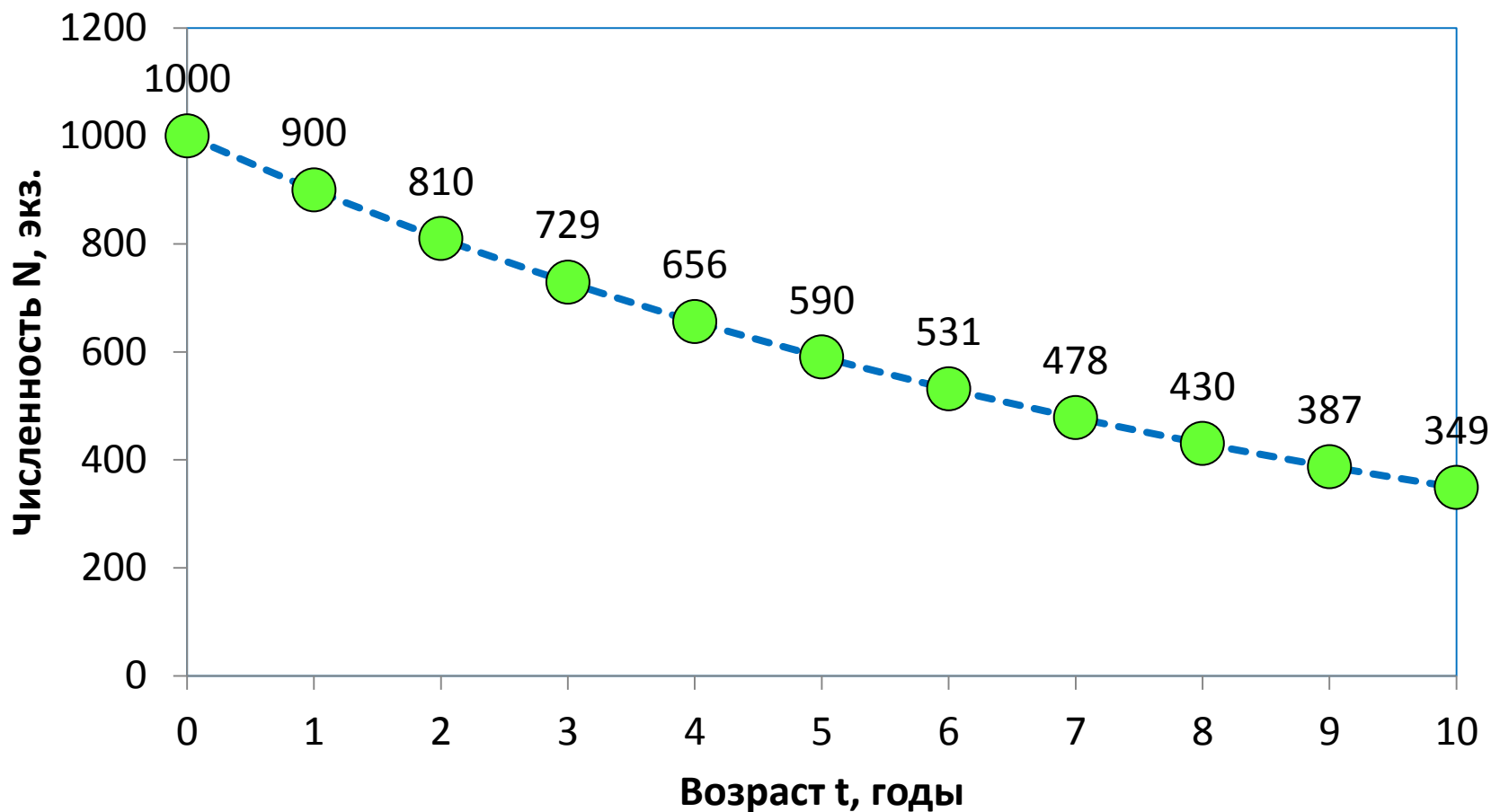
Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)



Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)

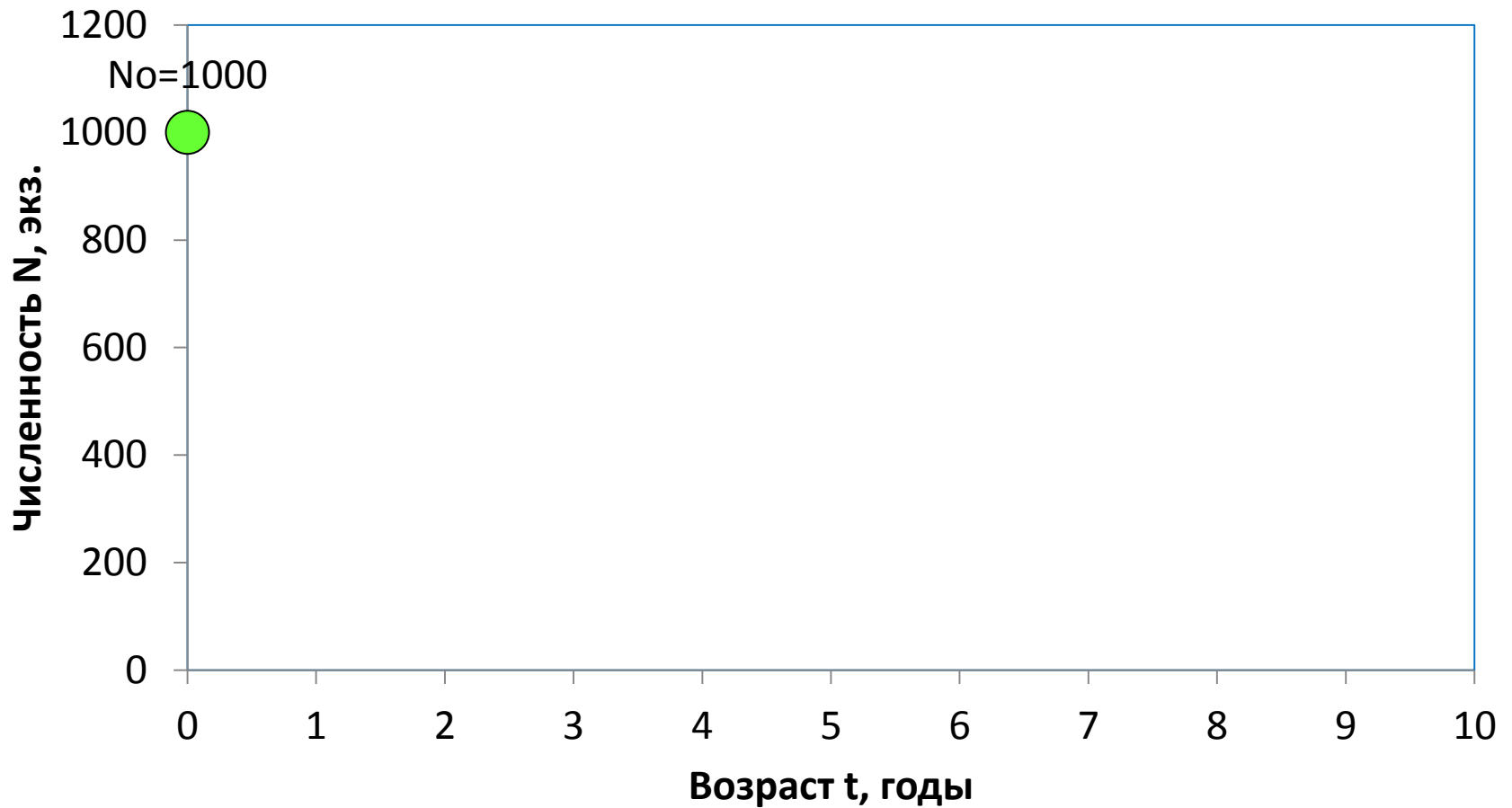


Кривая выживания ($\varphi_M = 10\%$)

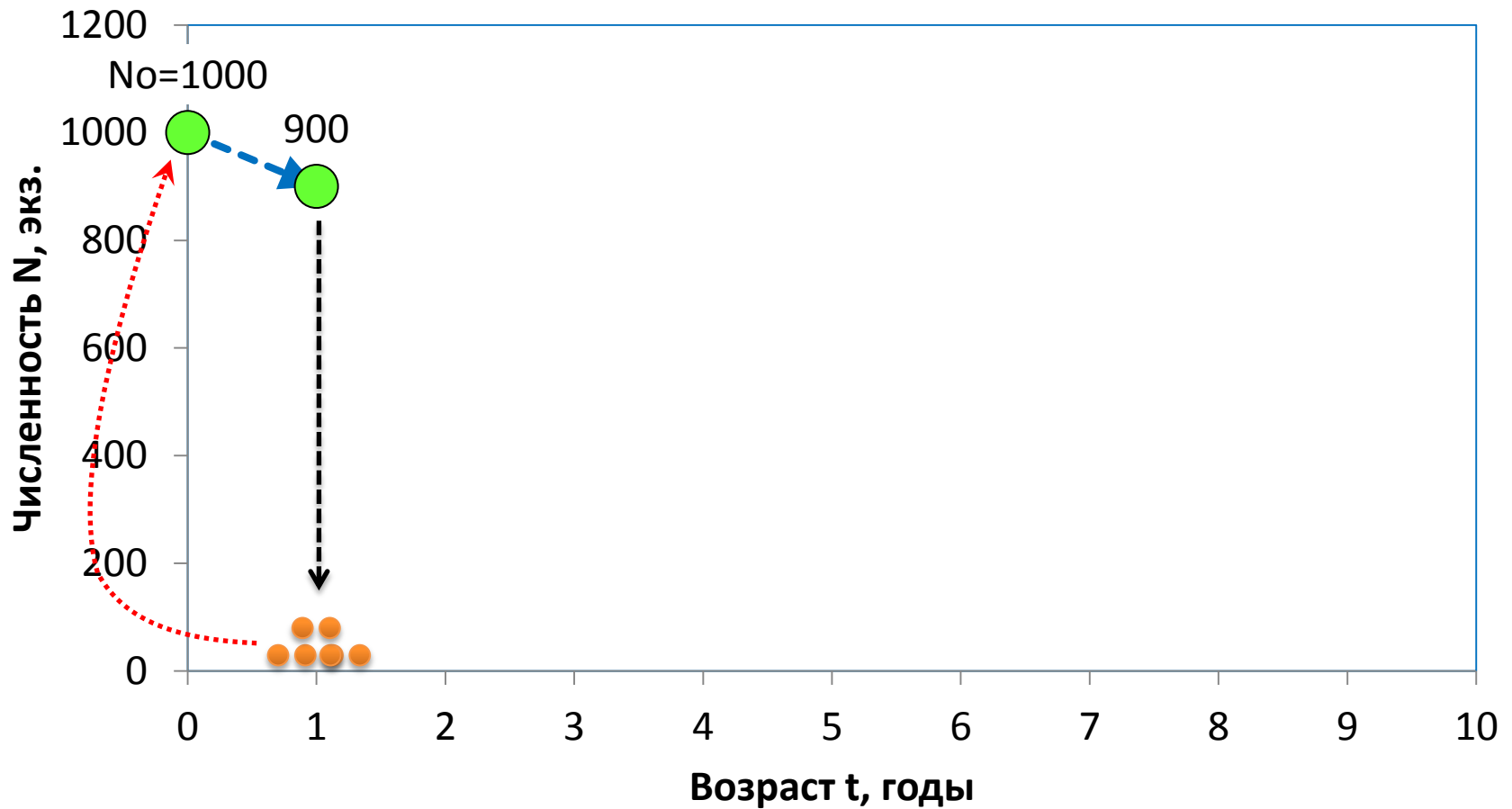


Кривая населения

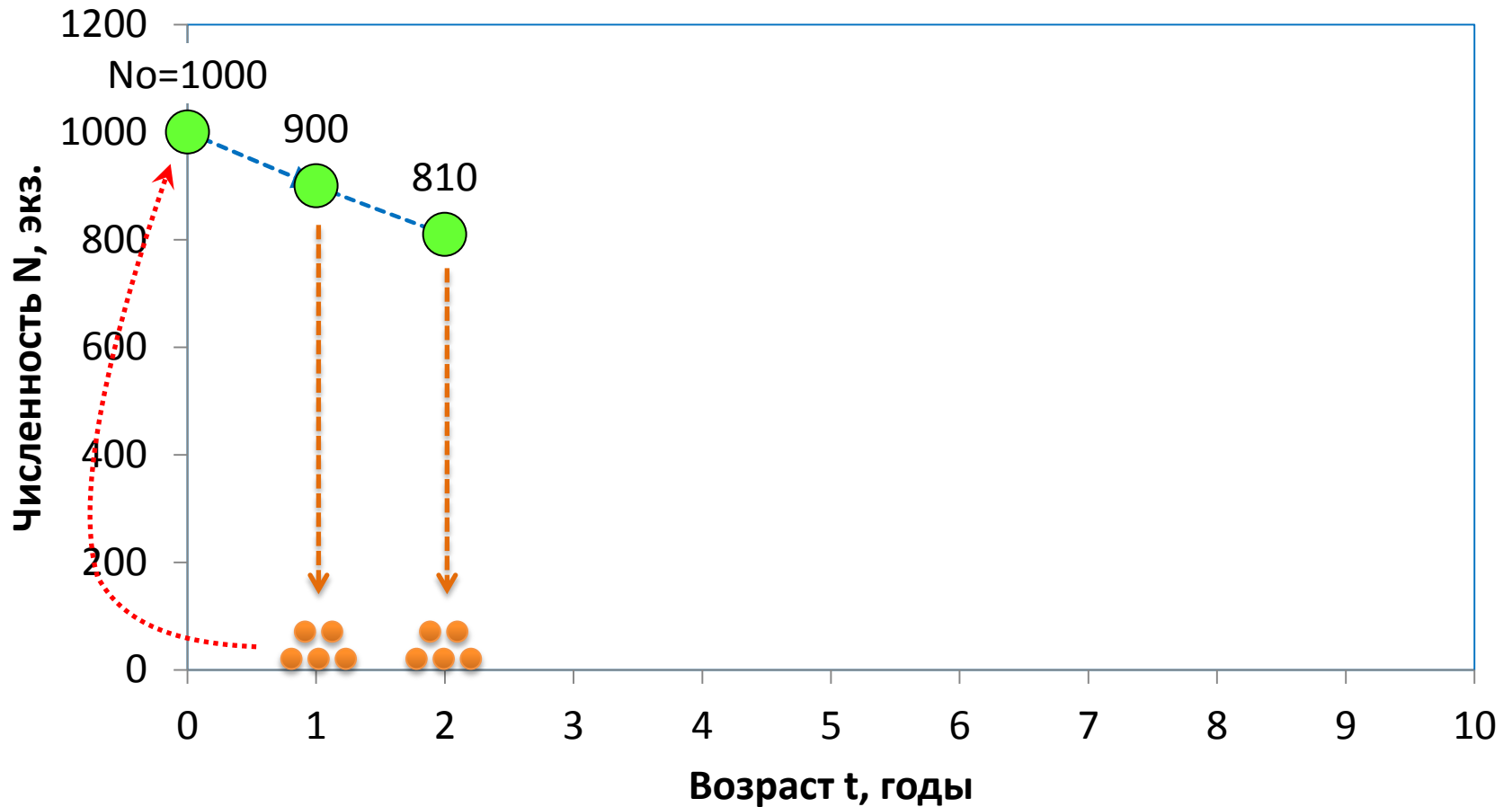
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



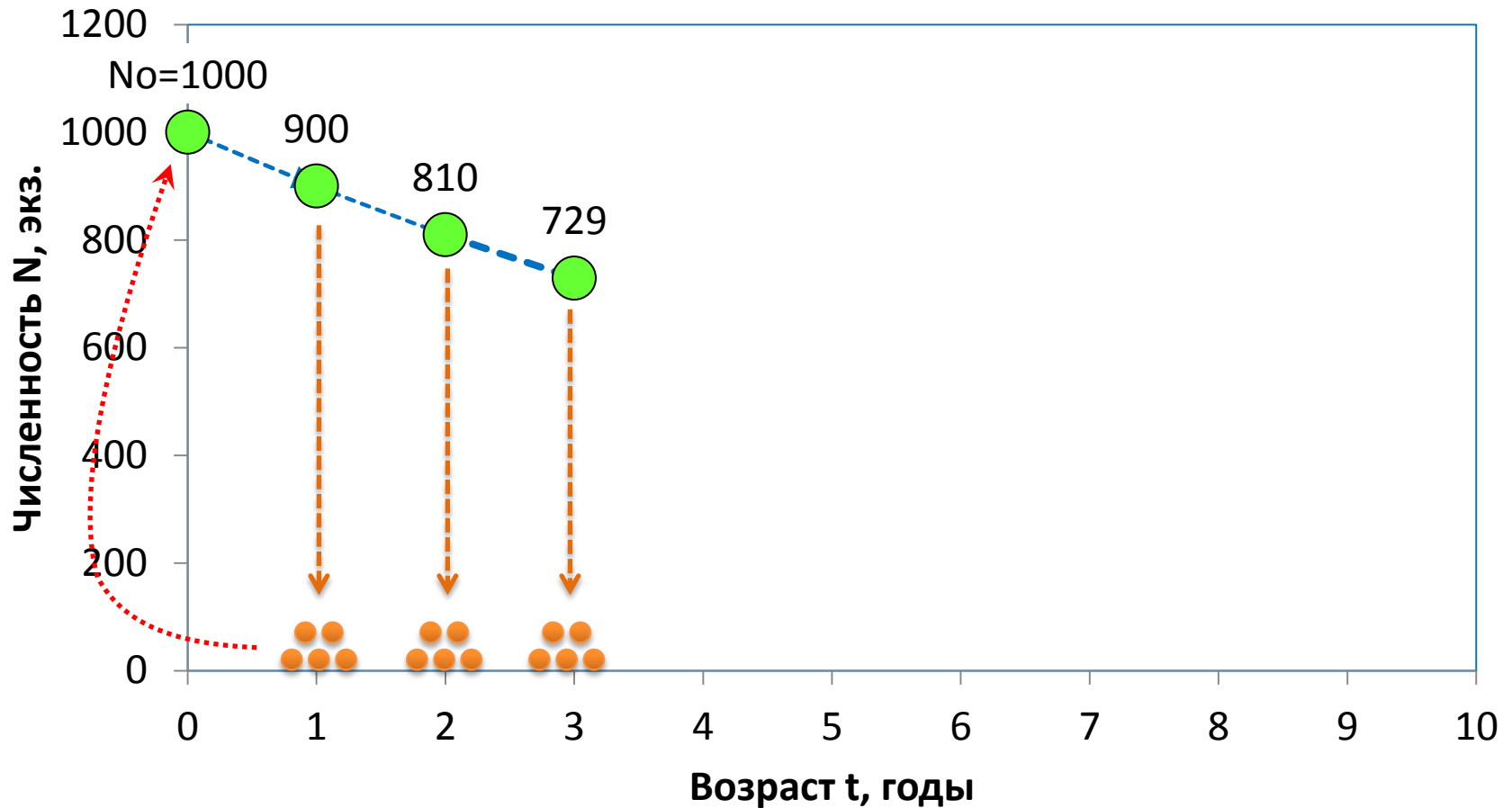
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



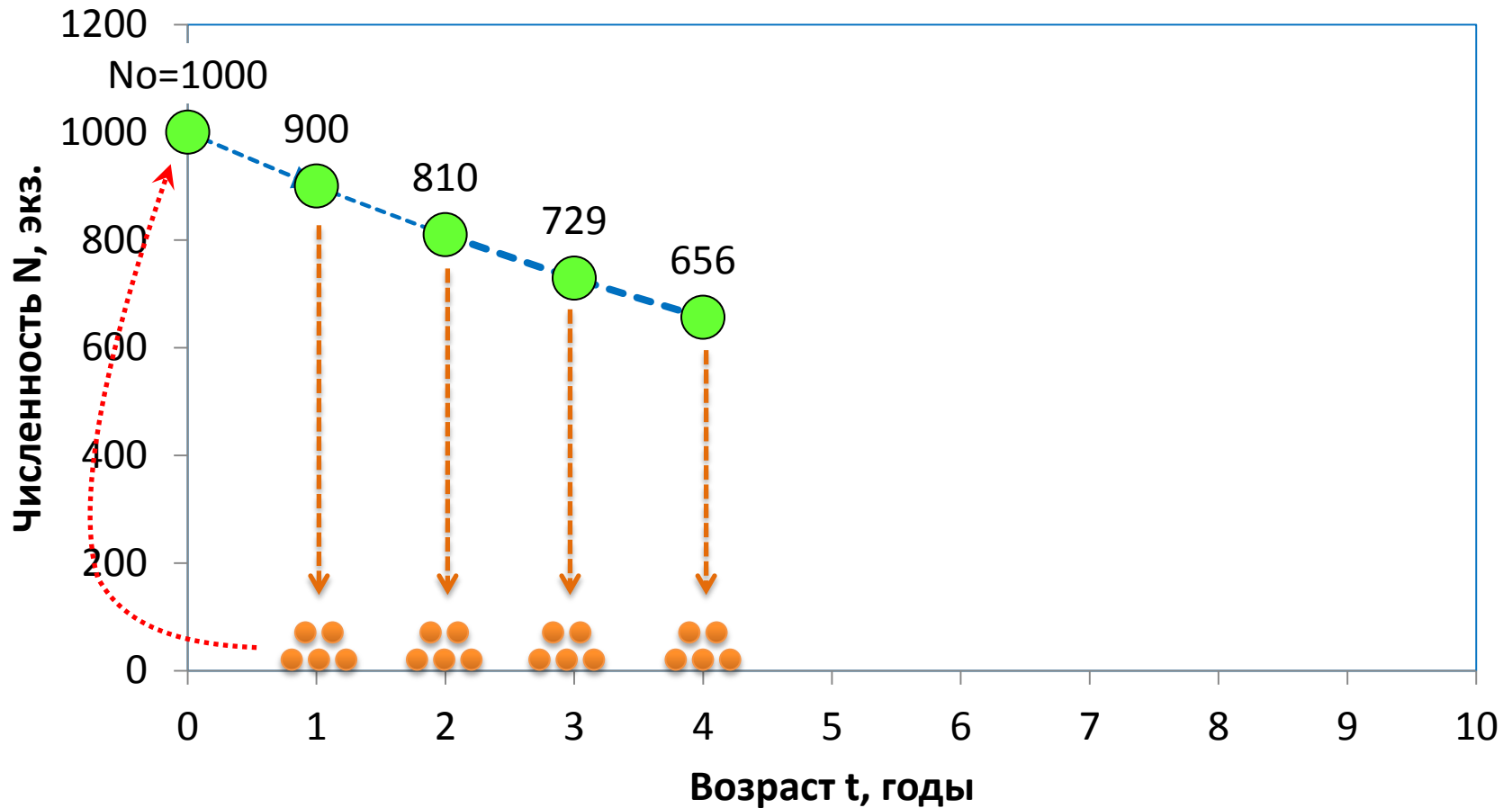
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



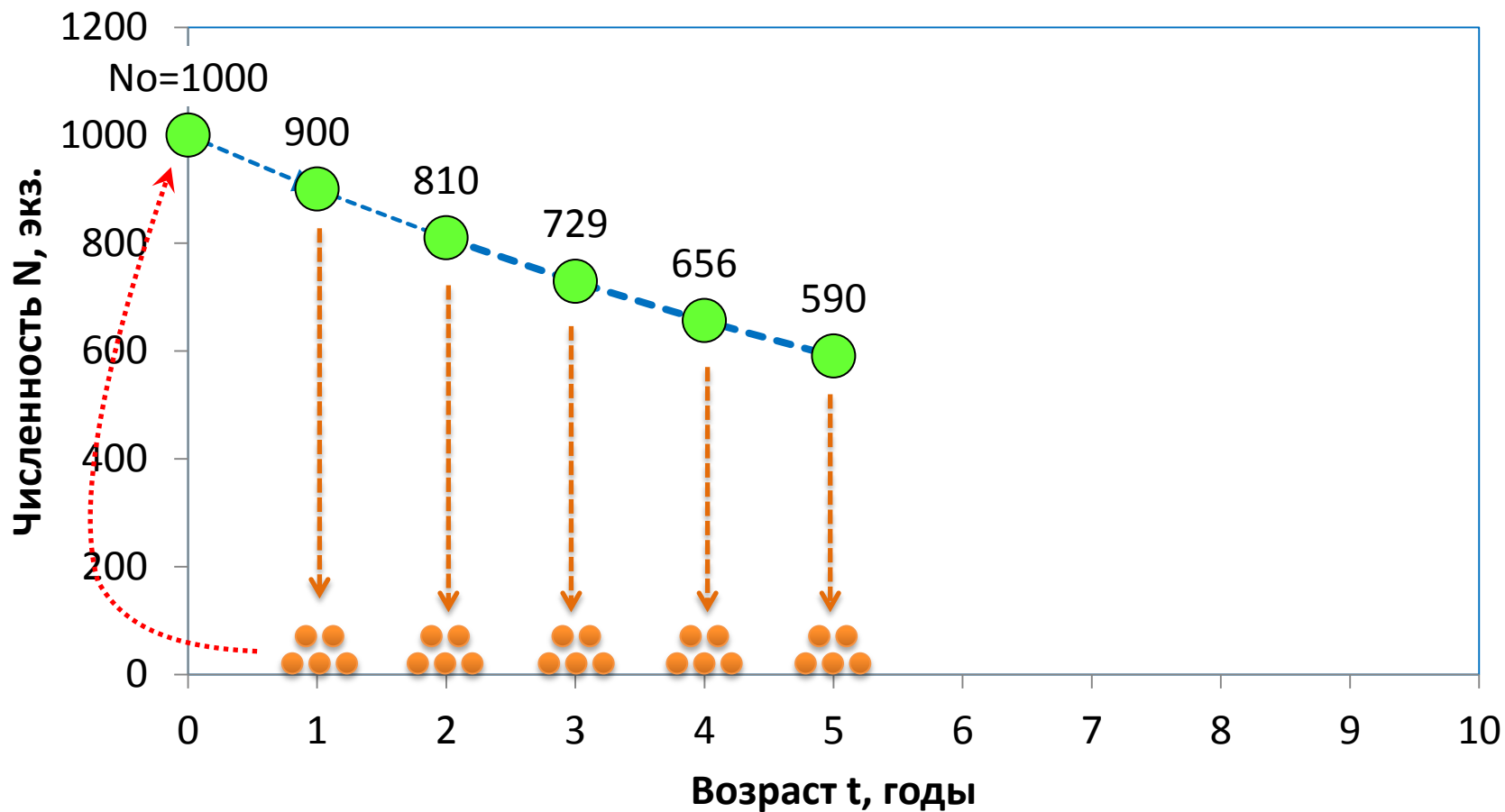
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



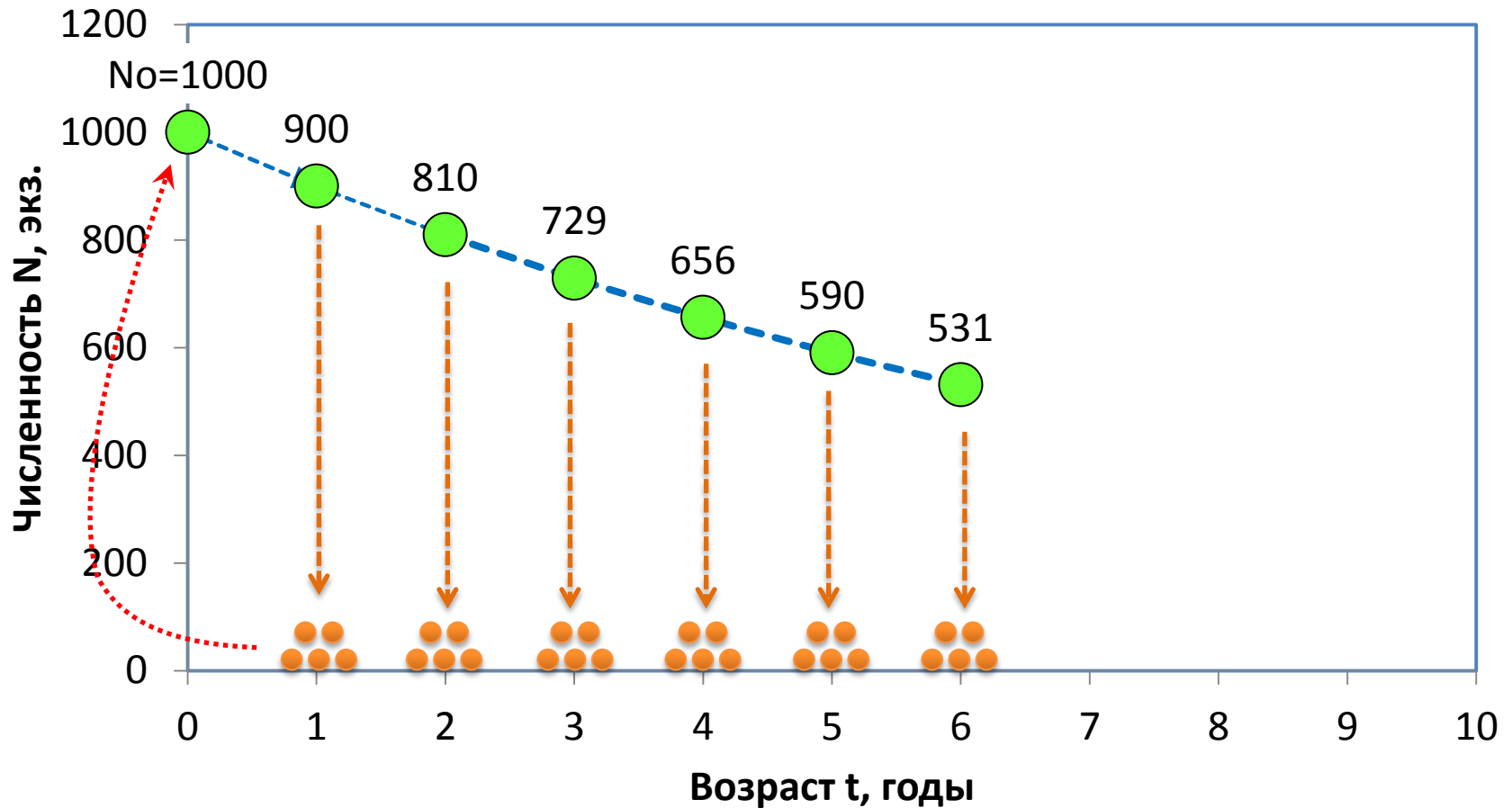
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



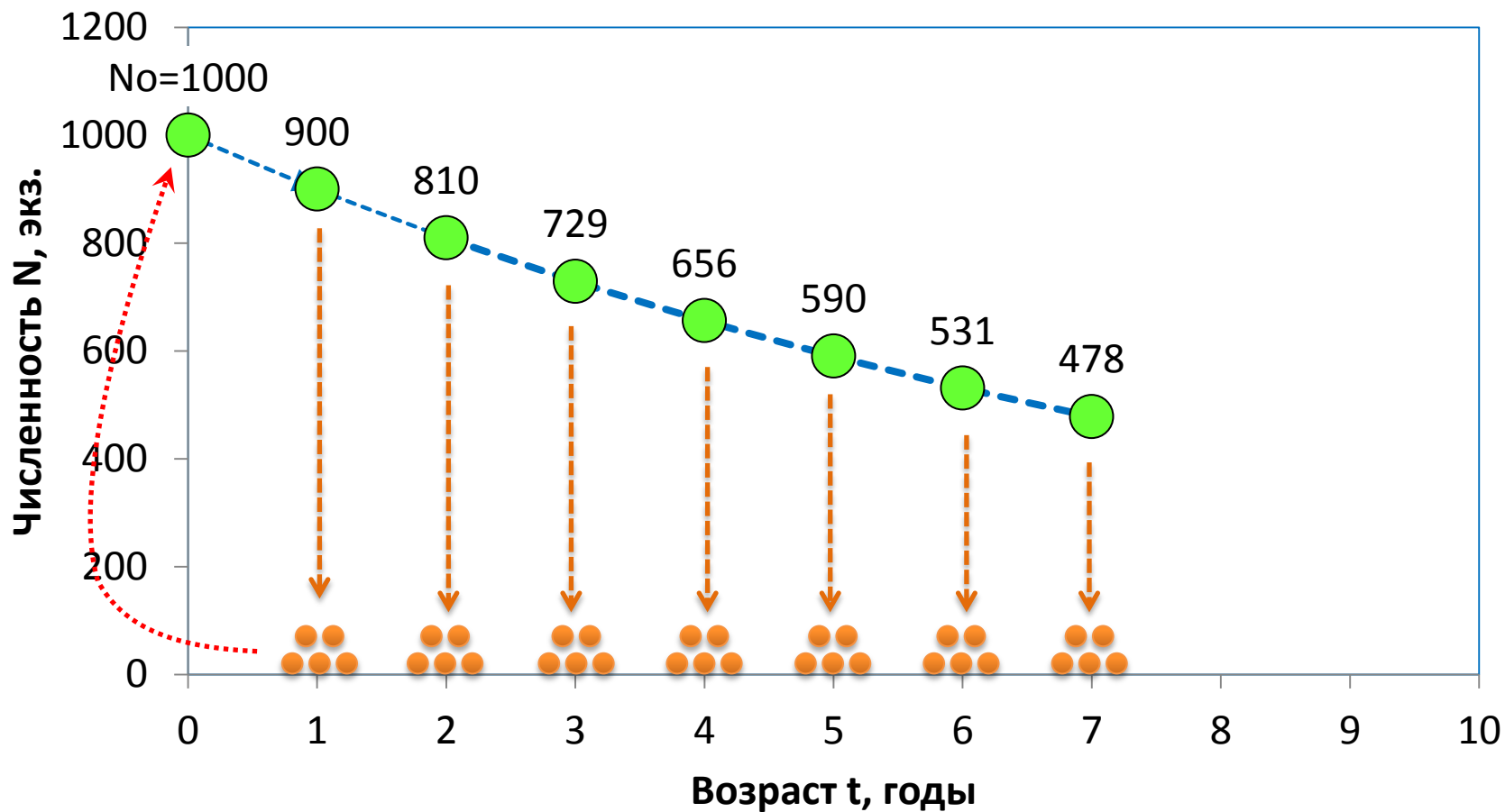
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



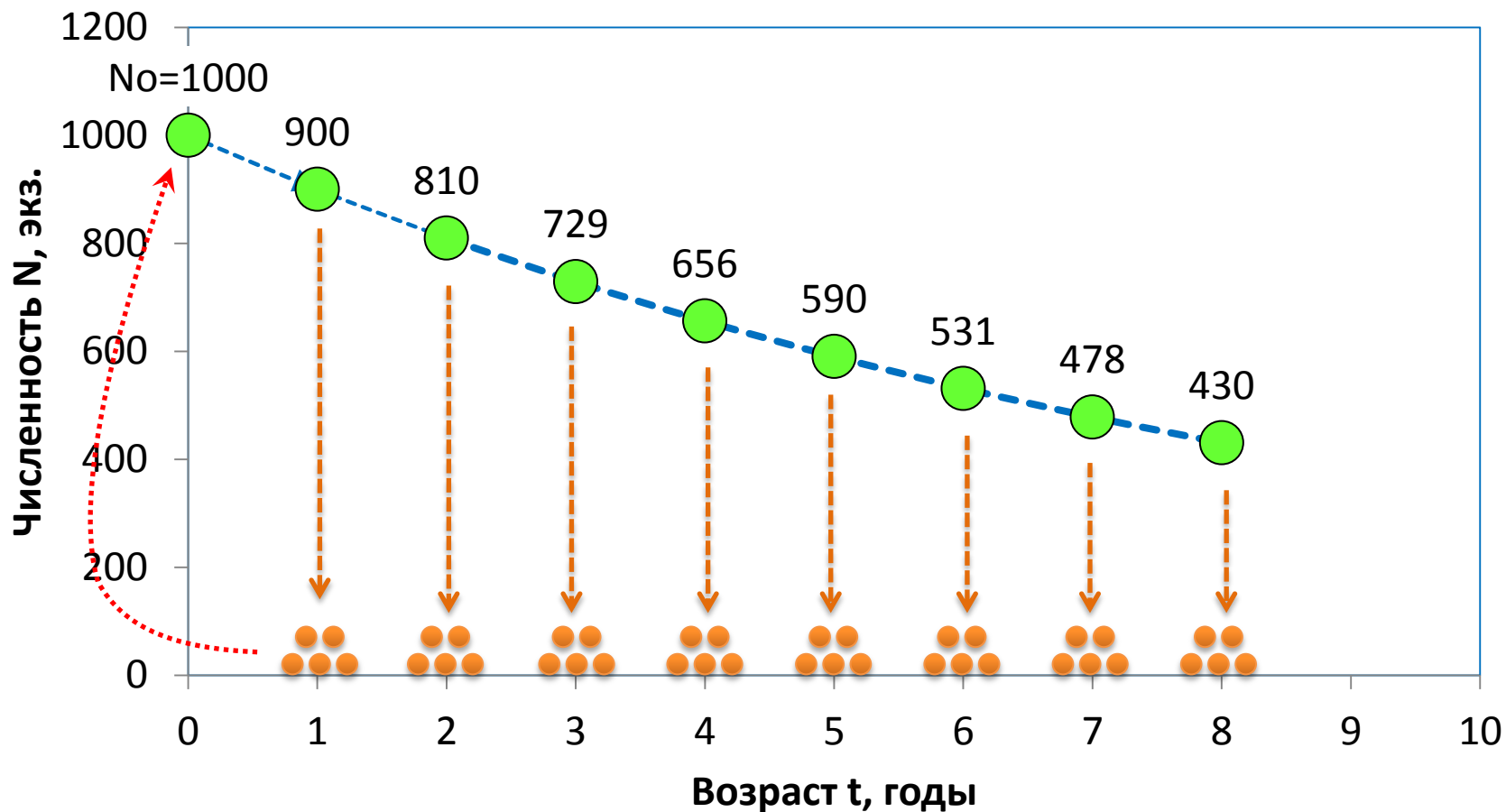
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



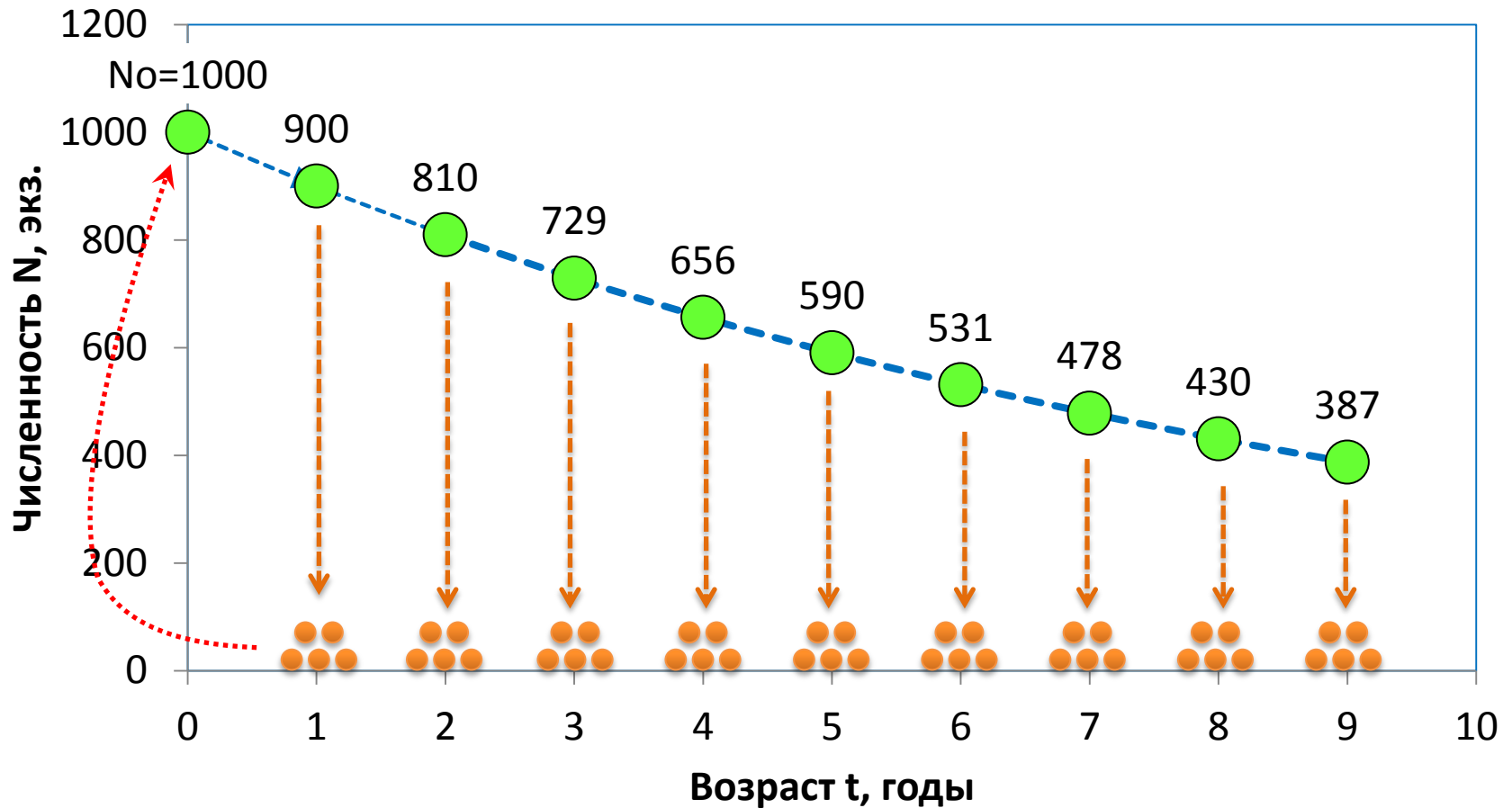
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



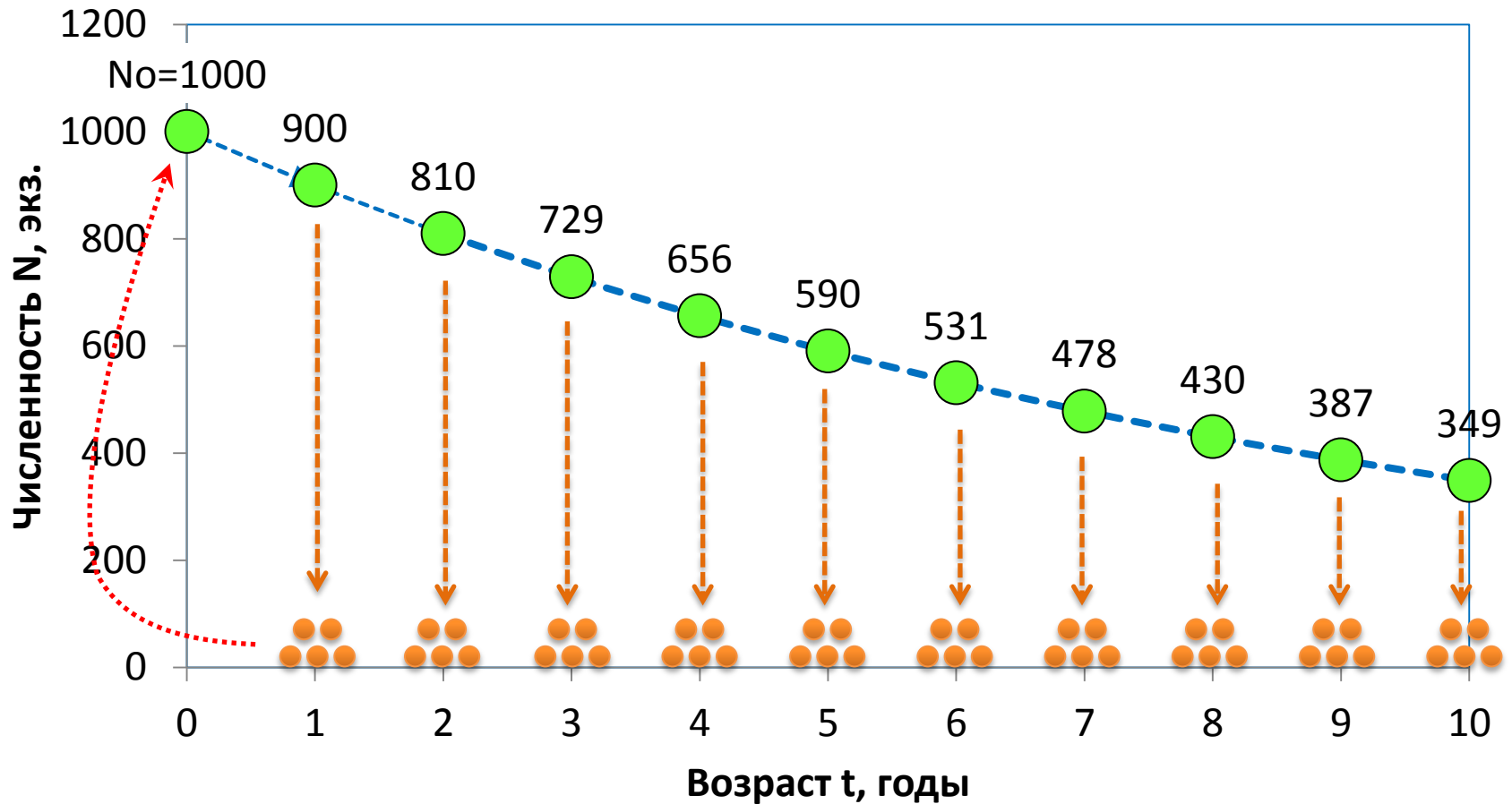
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



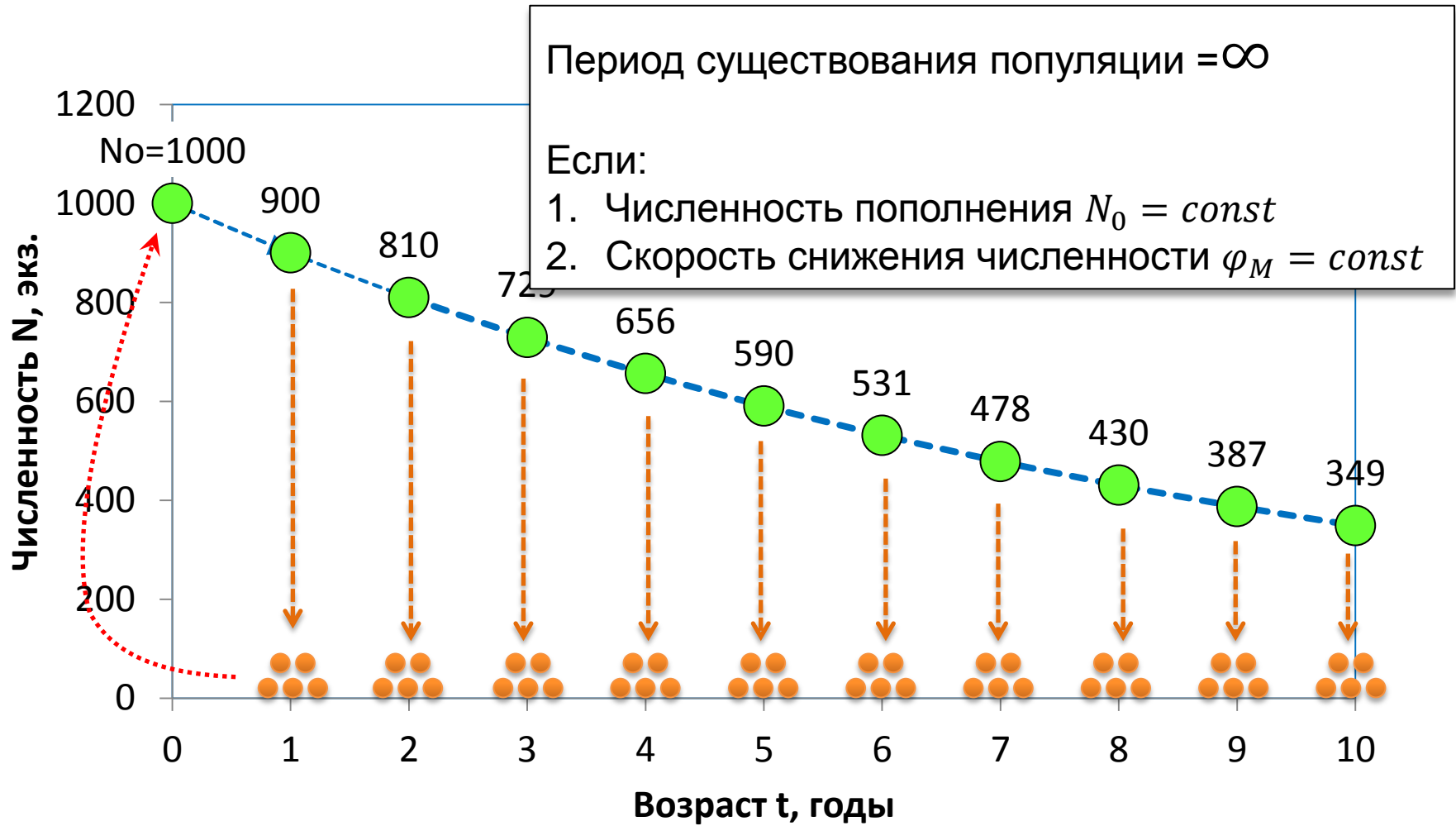
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



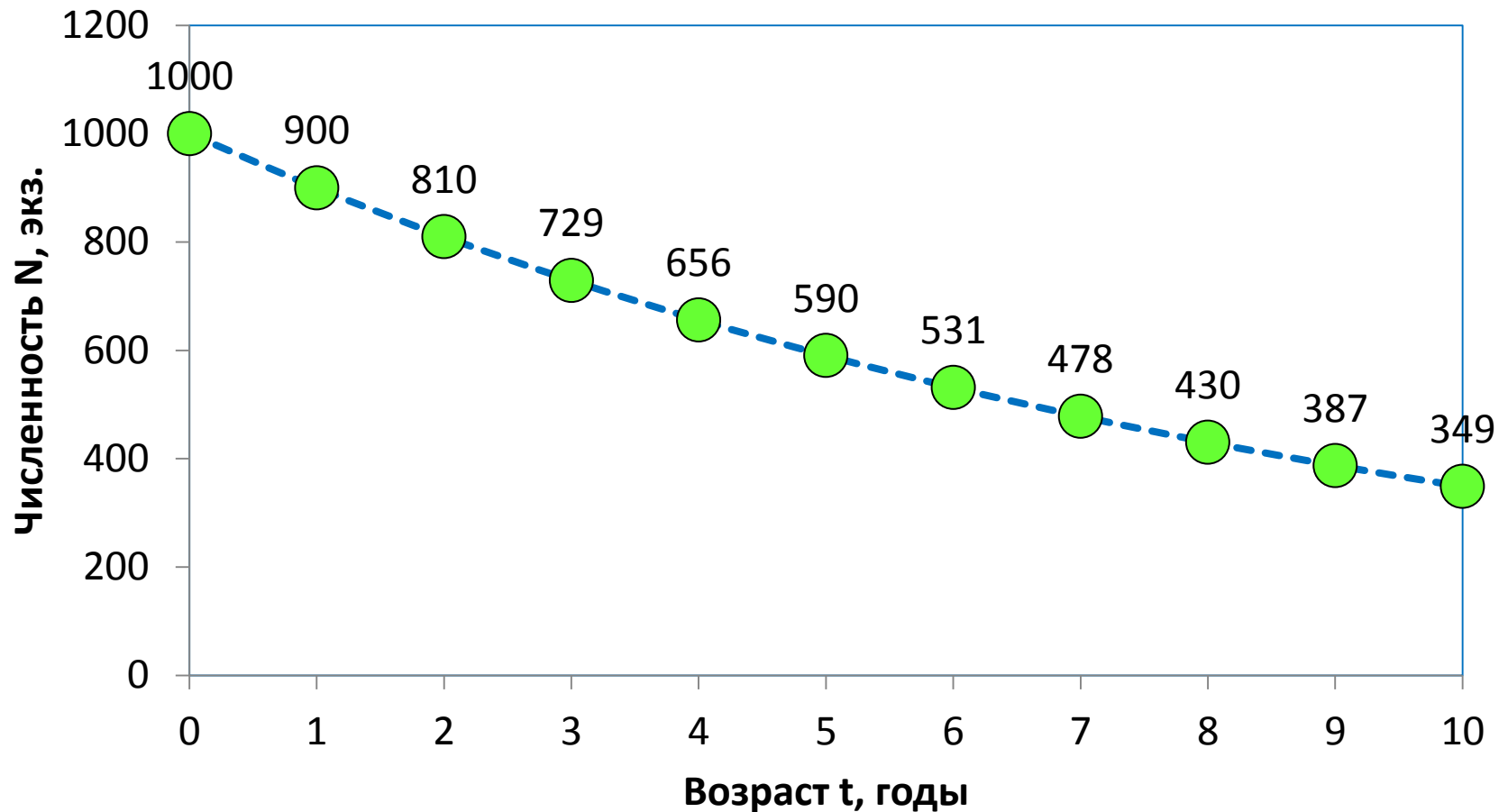
Кривая населения ($\varphi_M = 10\%$)



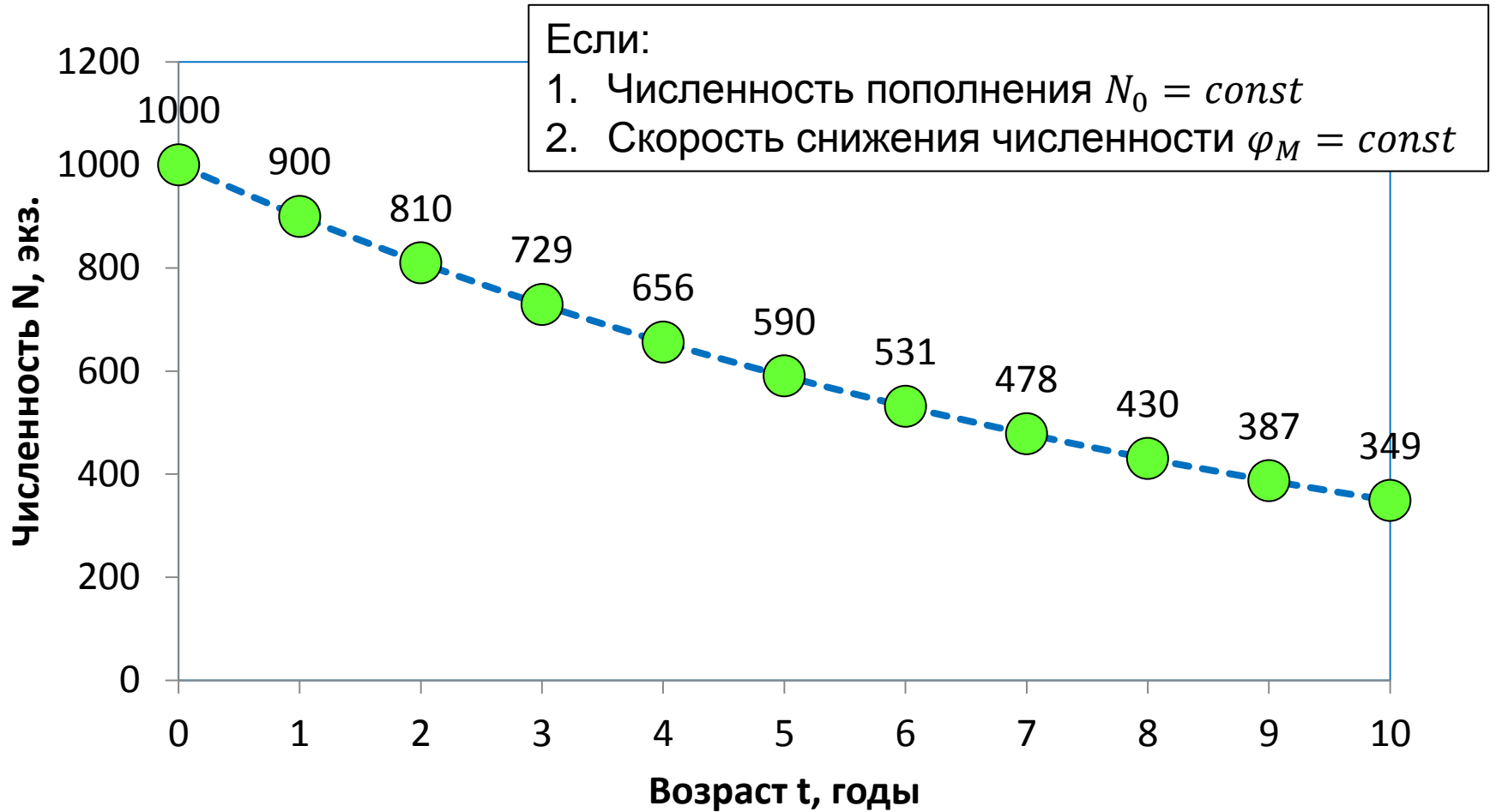
Популяция может существовать бесконечно, если

1. Численность пополнения $N_0 = const$
2. Скорость уменьшения численности (смертность) $\varphi_M = const (10\%)$
3. Период стабилизации популяции равен длине возрастного ряда.

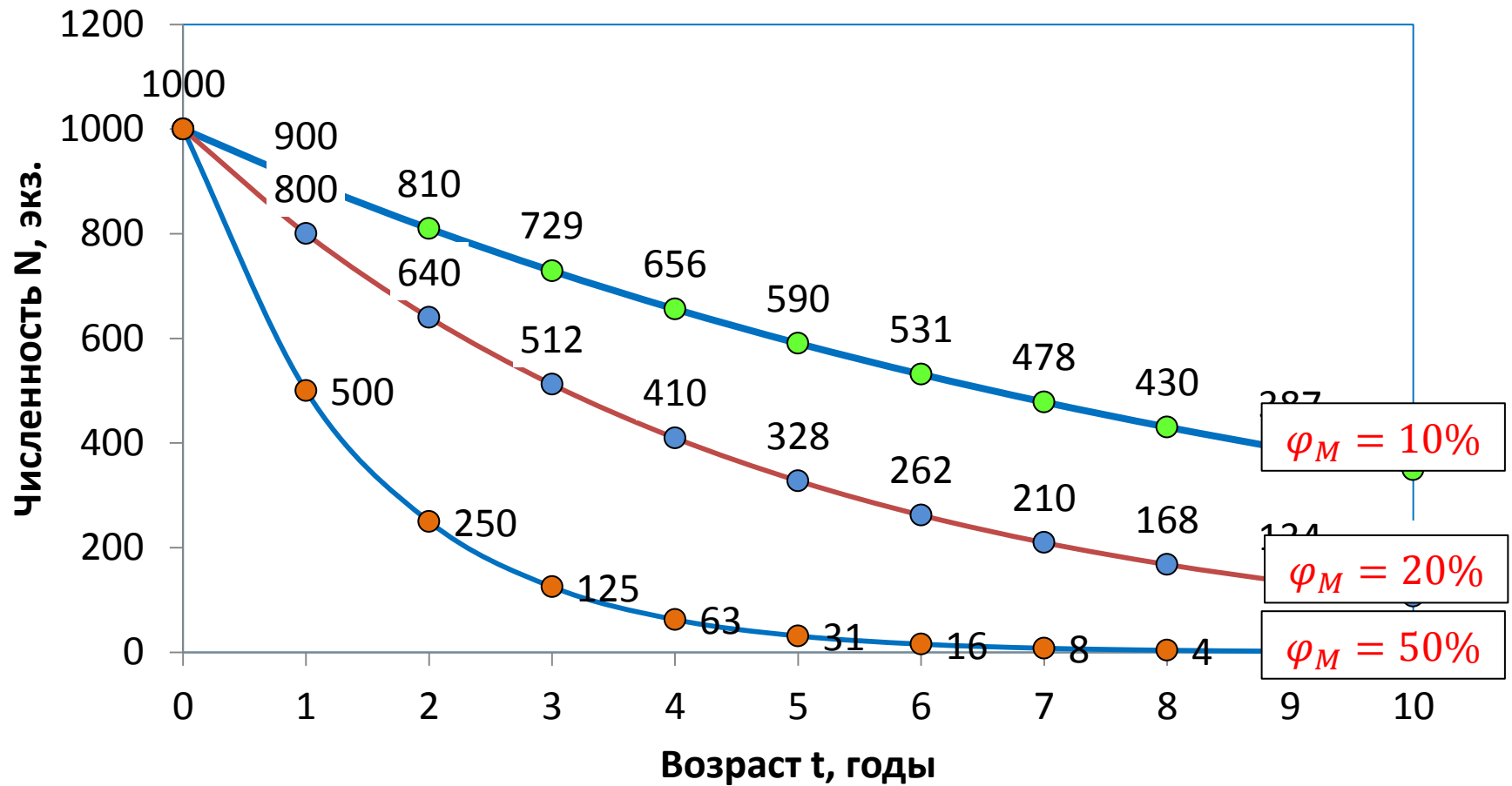
Кривая населения – геометрическое место точек, описывающих возрастную структуру популяции



Кривая населения = кривой выживания



Зависимость кривой населения от величины смертности

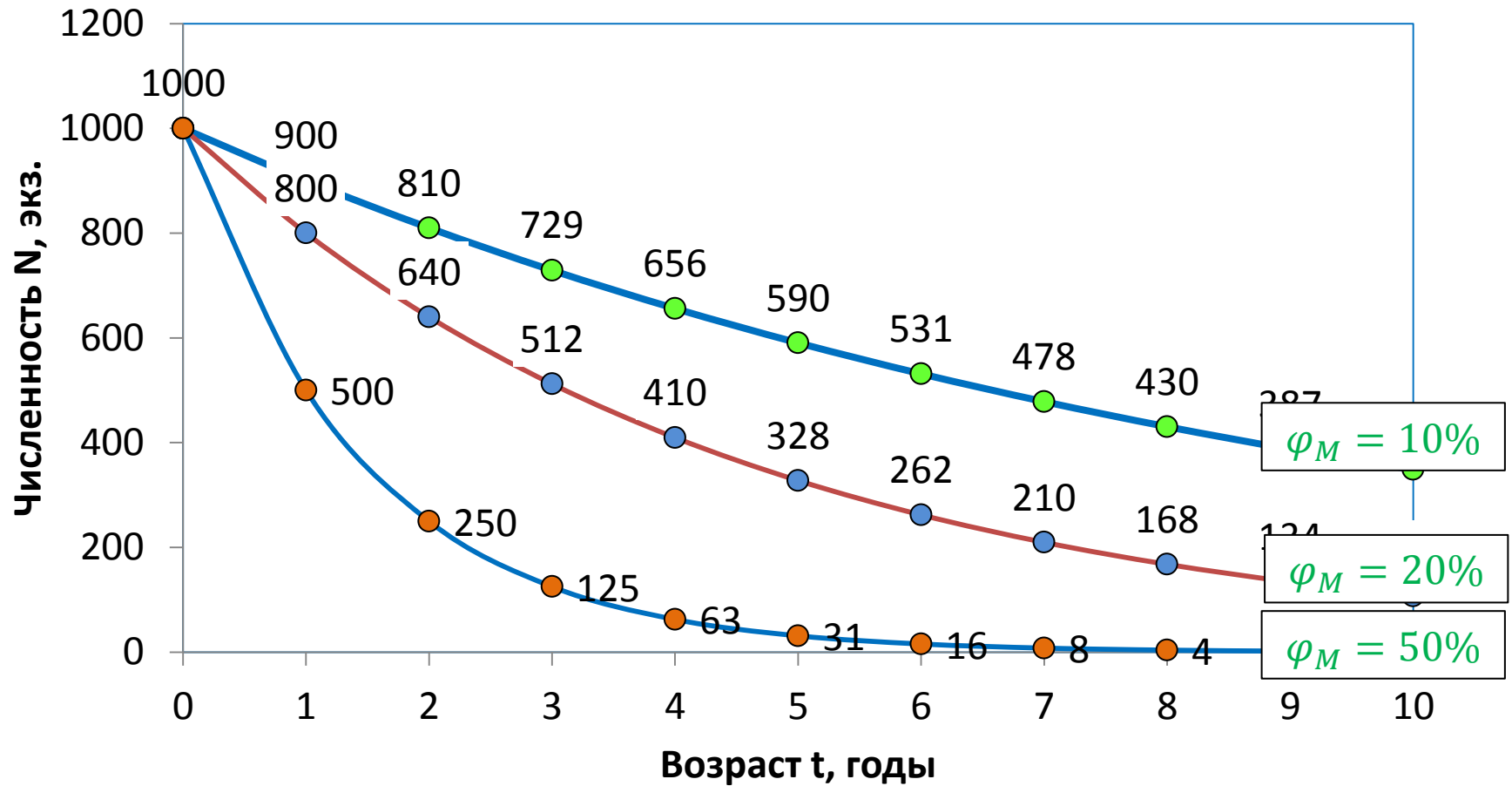


Стабильная популяция

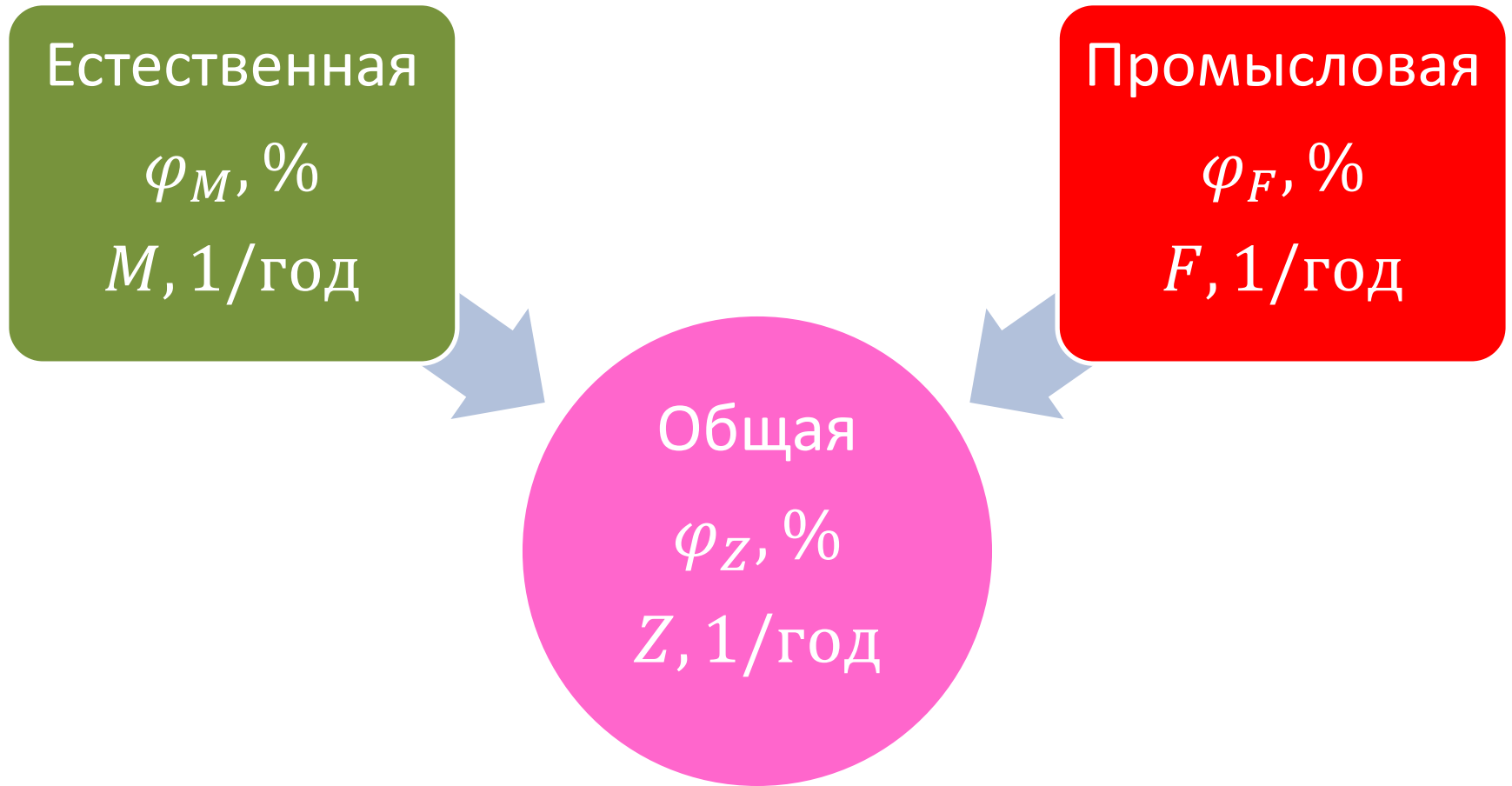
- Условия стабилизации
 - Постоянство пополнения
 - Неизменность смертности по годам
 - -период стабилизации равен длине возрастного ряда
- Следствия
 - В стабильной популяции численность с возрастом может только уменьшаться
 - В стабильной популяции кривая населения тождественна кривой выживания
 - Чем больше величина смертности, тем больше угол наклона кривой выживания
 - Эффект изменения режима рыболовства может быть оценен только после перехода в стабильное состояние

Влияние промысла на кривую
населения и стабильность
популяции

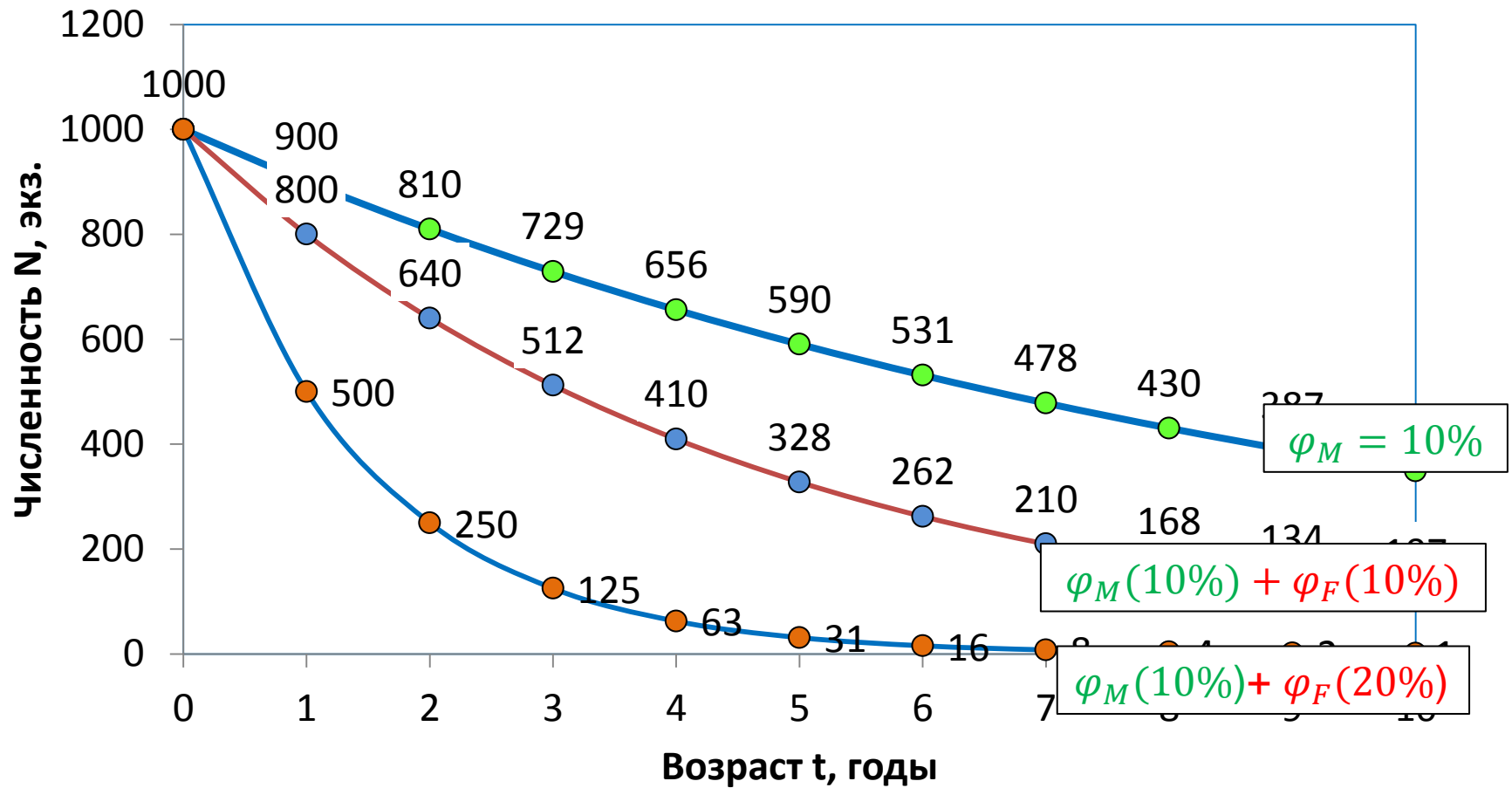
Зависимость кривой населения от величины смертности



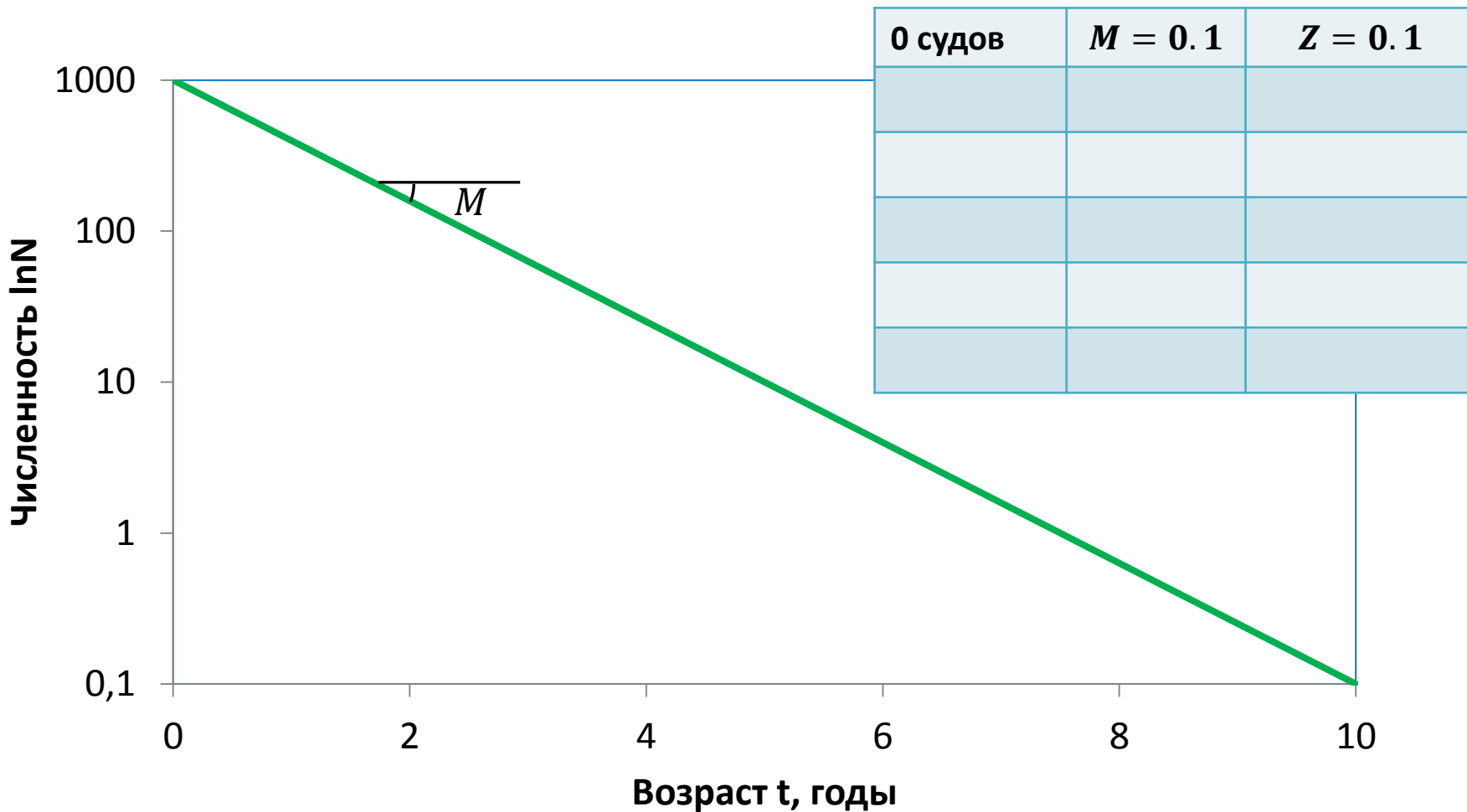
Составляющие смертности



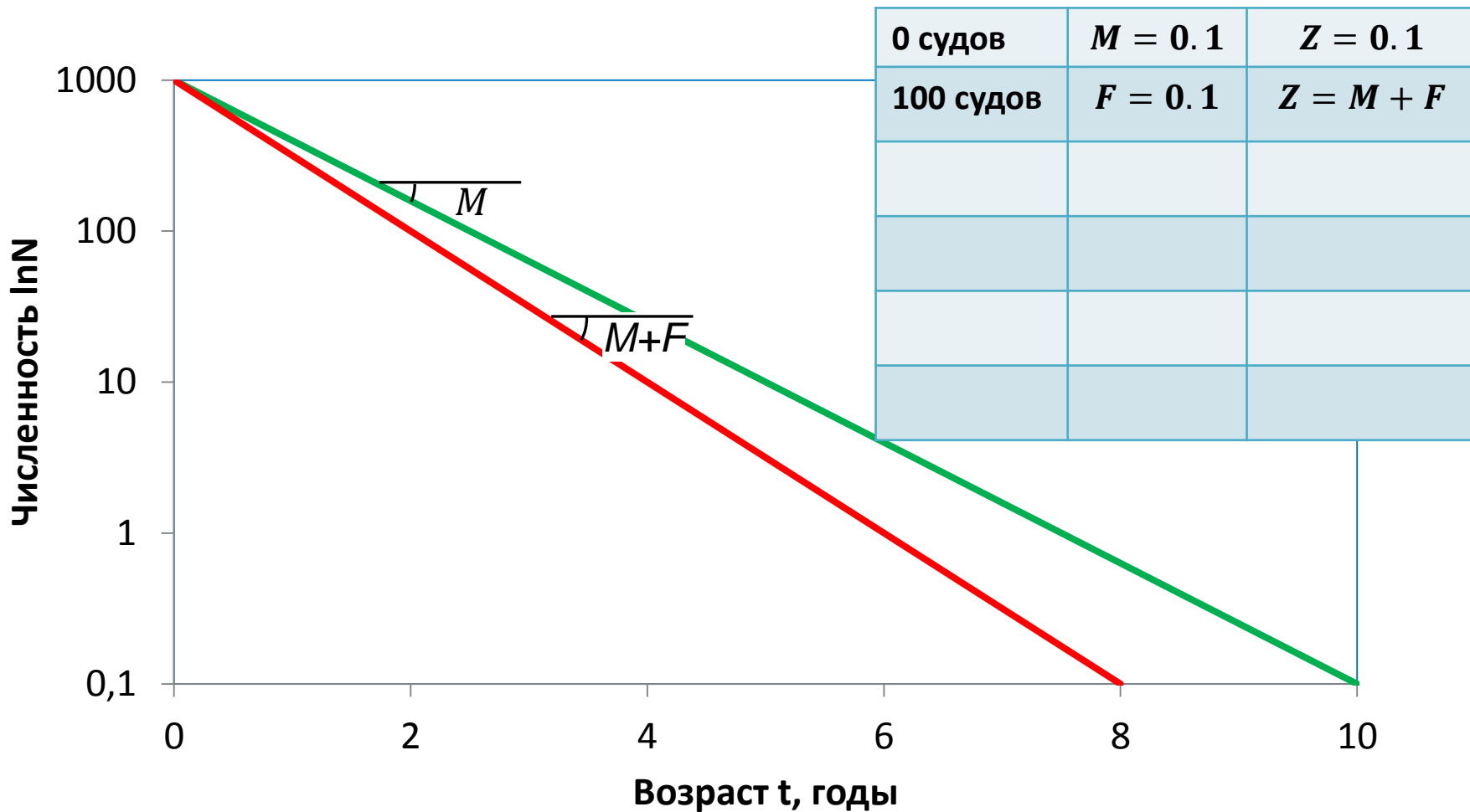
Зависимость кривой населения от величины смертности



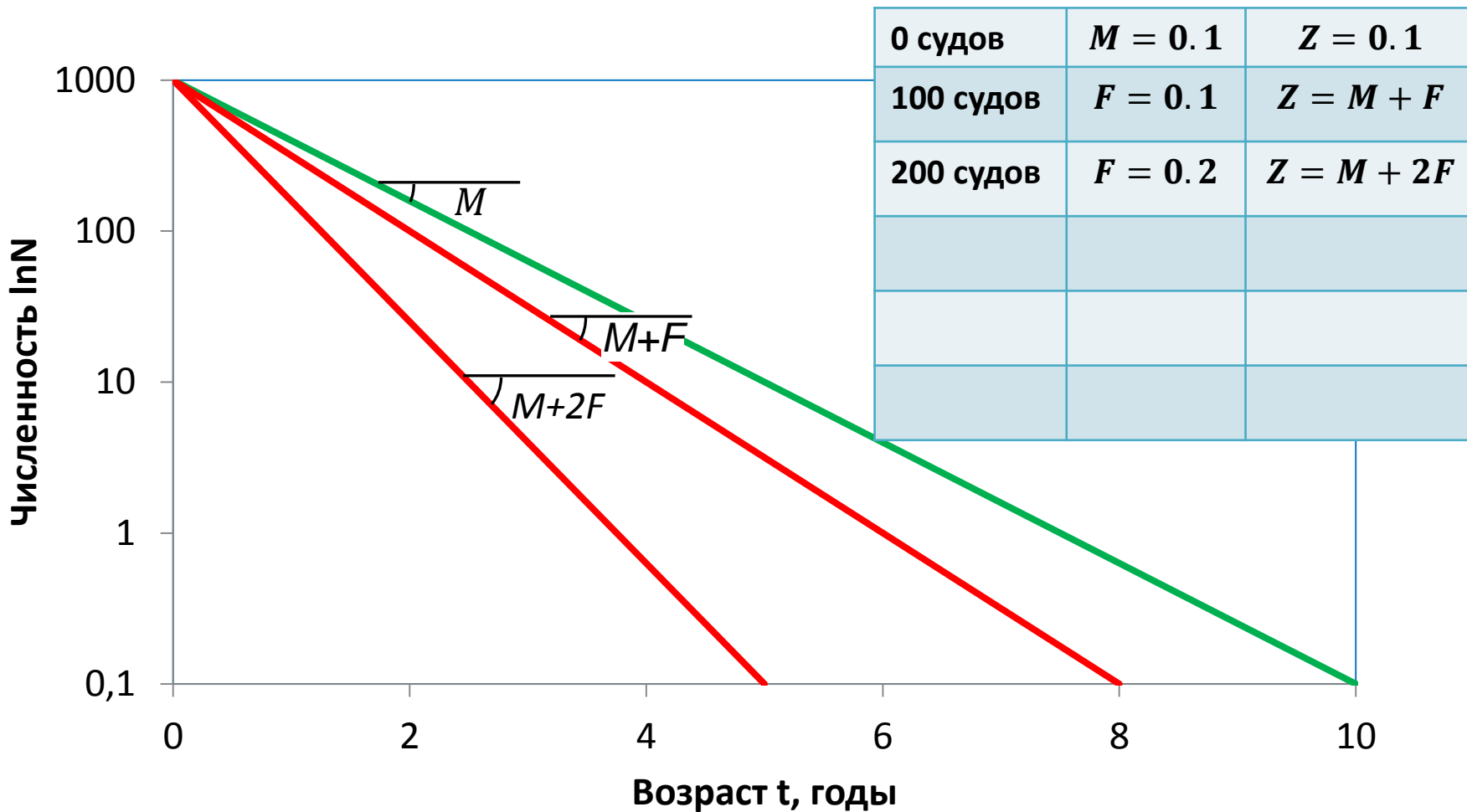
Эксплуатируемая популяция



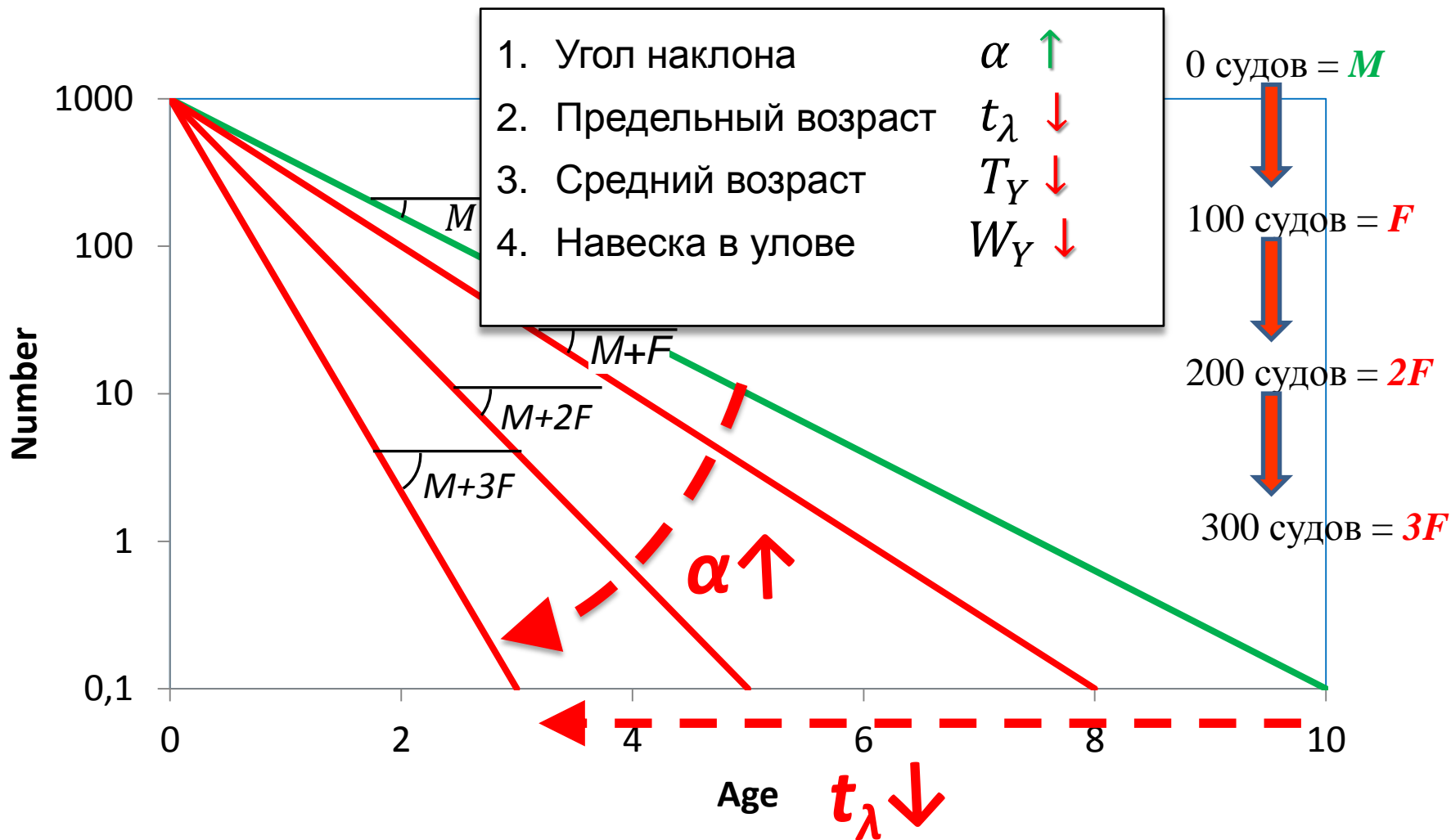
Эксплуатируемая популяция



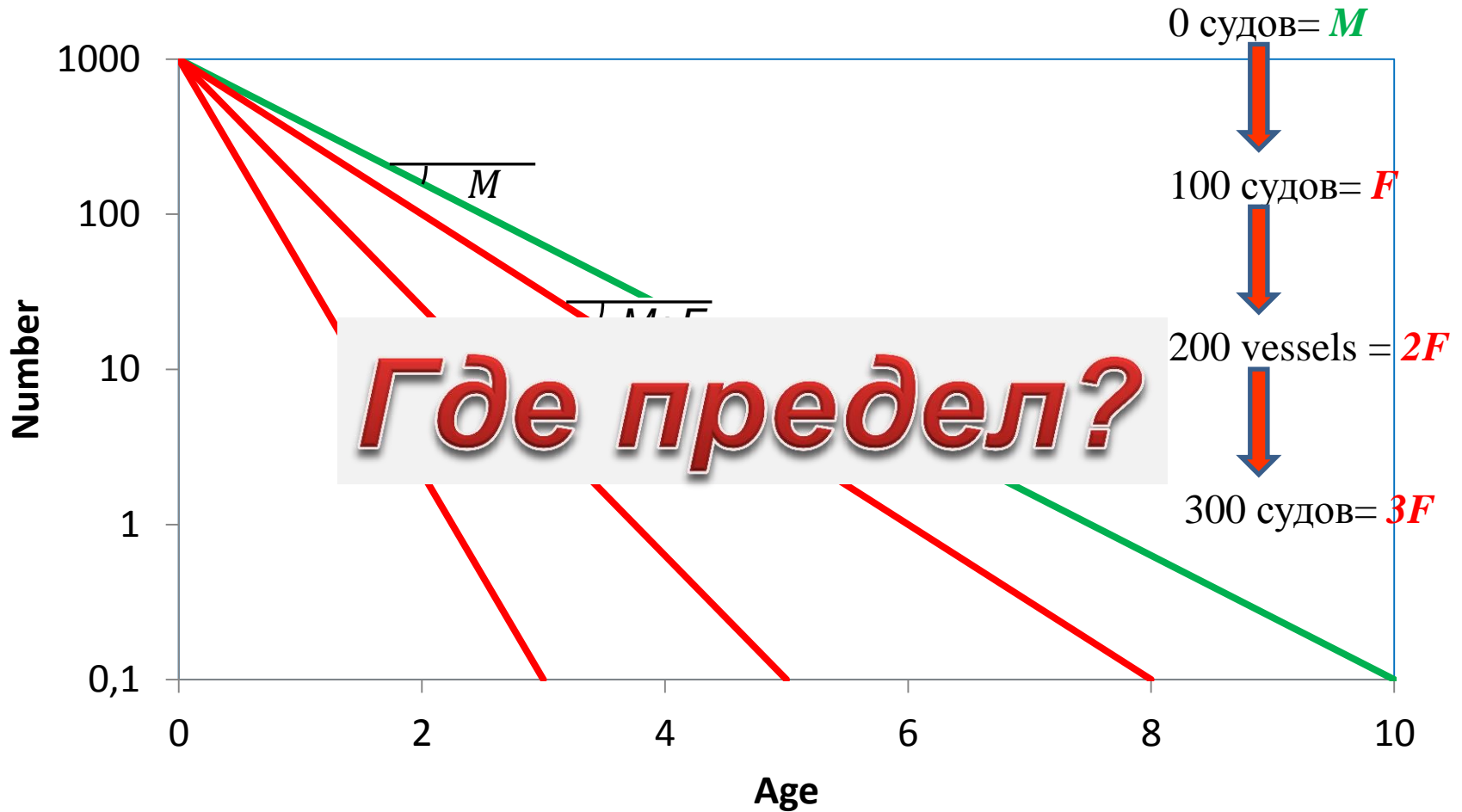
Эксплуатируемая популяция



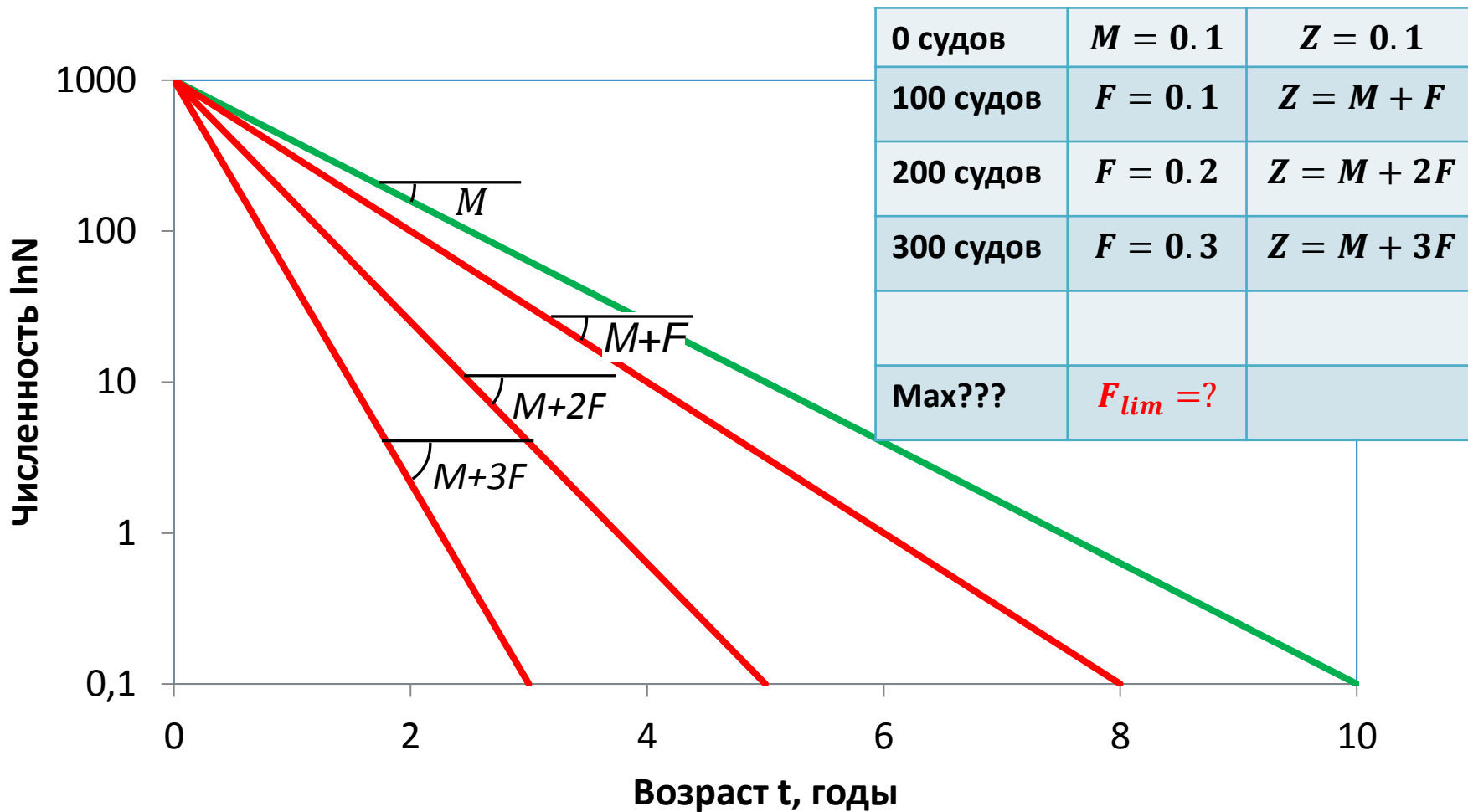
ЭФФЕКТ ВЛИЯНИЯ РЫБОЛОВСТВА



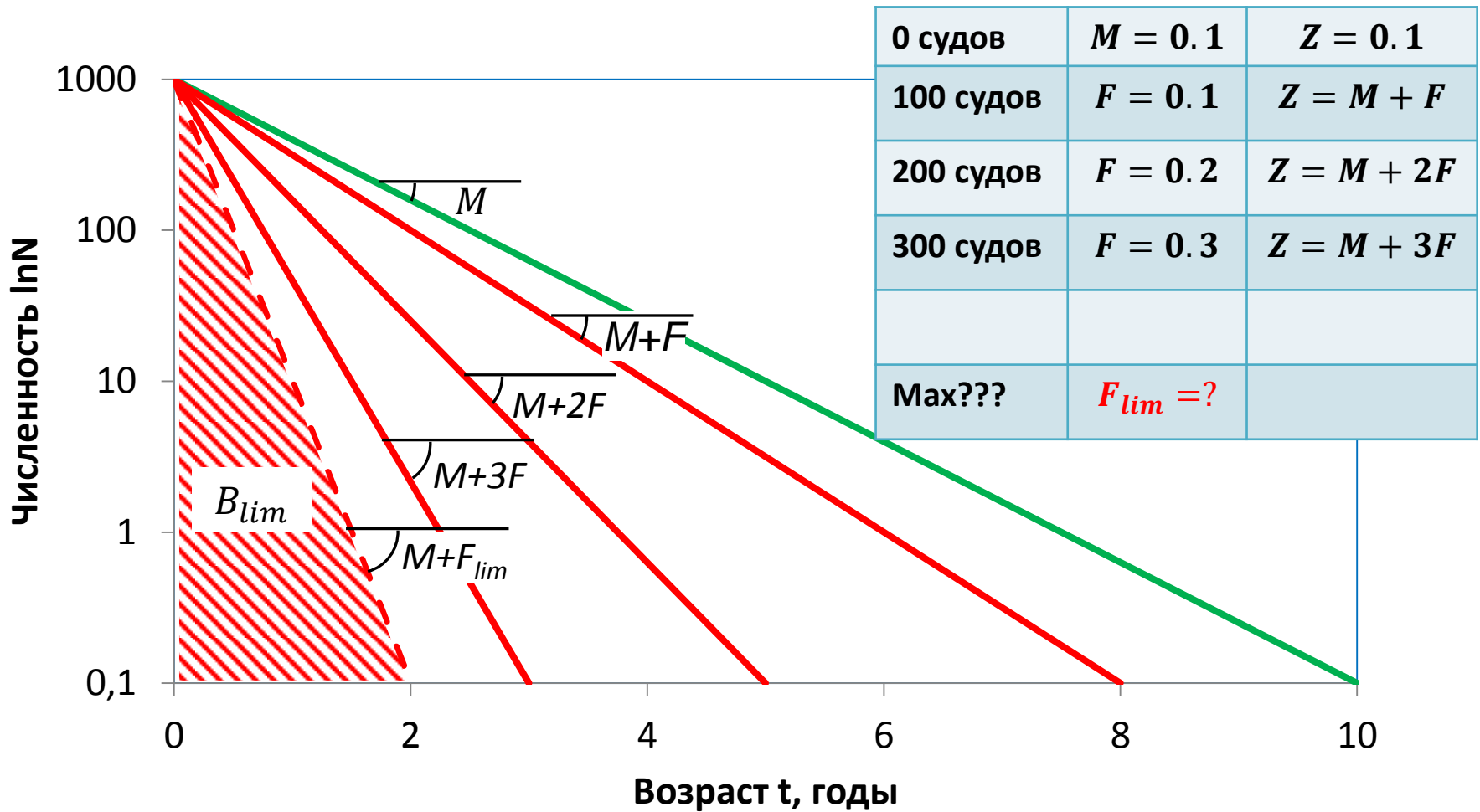
Эксплуатируемая популяция



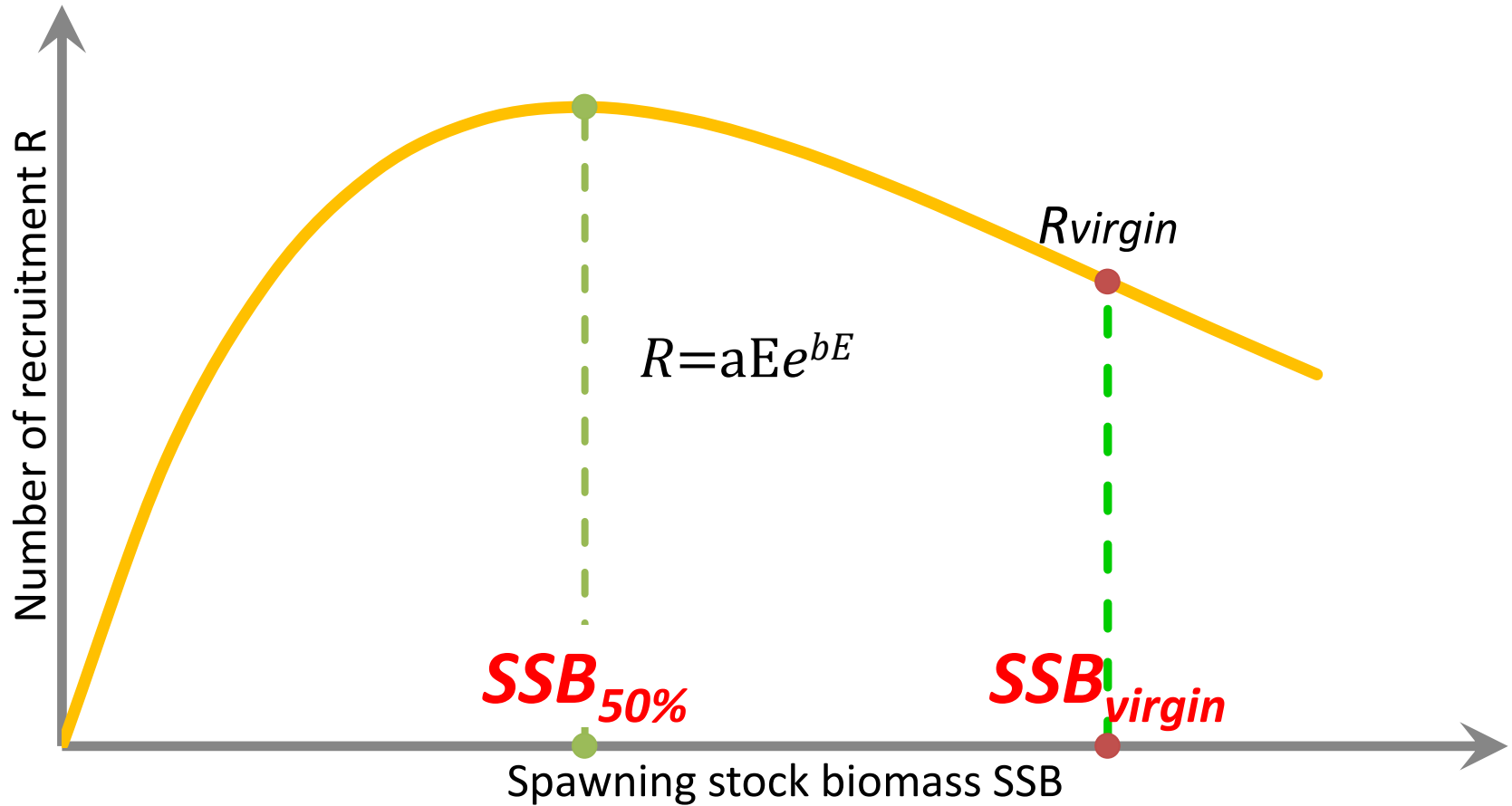
Эксплуатируемая популяция



Эксплуатируемая популяция

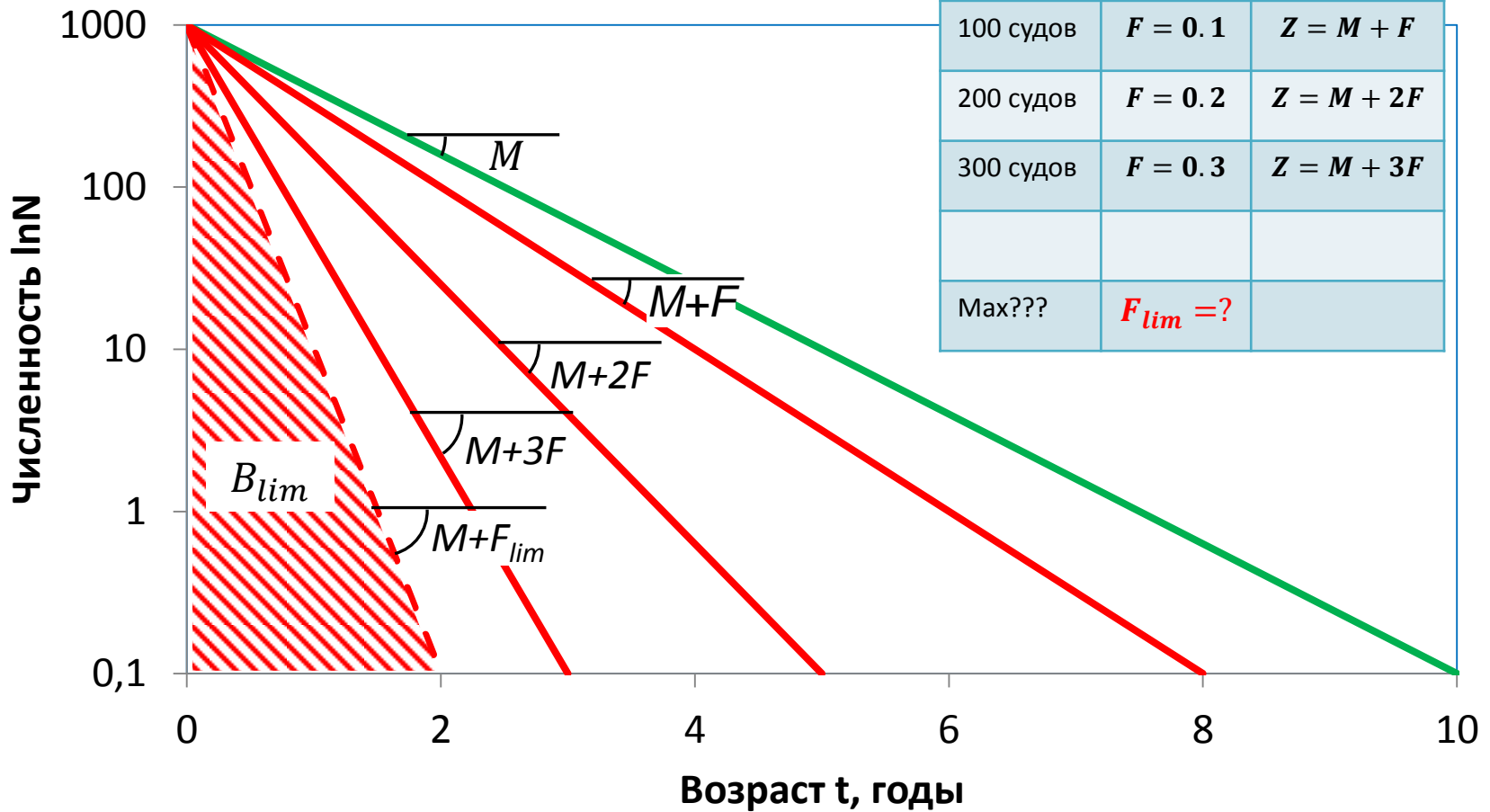


Stock-Recruitment model (Ricker, 1944)



Определение B_{lim} ...

0 судов	$M = 0.1$	$Z = 0.1$
100 судов	$F = 0.1$	$Z = M + F$
200 судов	$F = 0.2$	$Z = M + 2F$
300 судов	$F = 0.3$	$Z = M + 3F$
Max???	$F_{lim} = ?$	

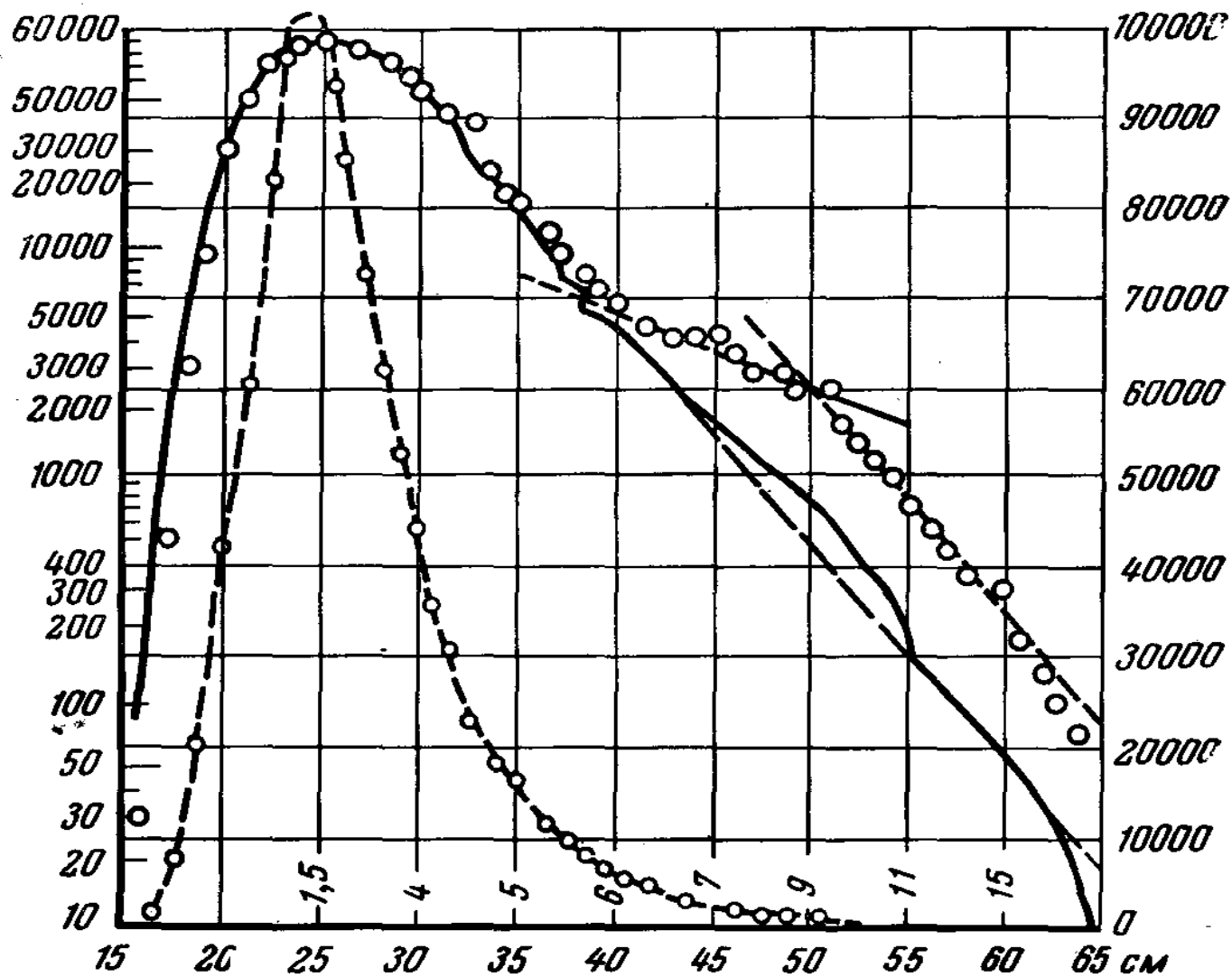


Выводы

- Увеличение интенсивности промысла приводит к
 - Увеличению угла наклона кривой населения
 - Уменьшению предельного возраста рыбы
- При любой интенсивности промысла популяция приходит в стабильное состояние, если численность запаса находится на уровне не ниже B_{min}

Уравнение Ф.И.Баранова

Кривая улова камбалы Северного моря



Уравнение Баранова

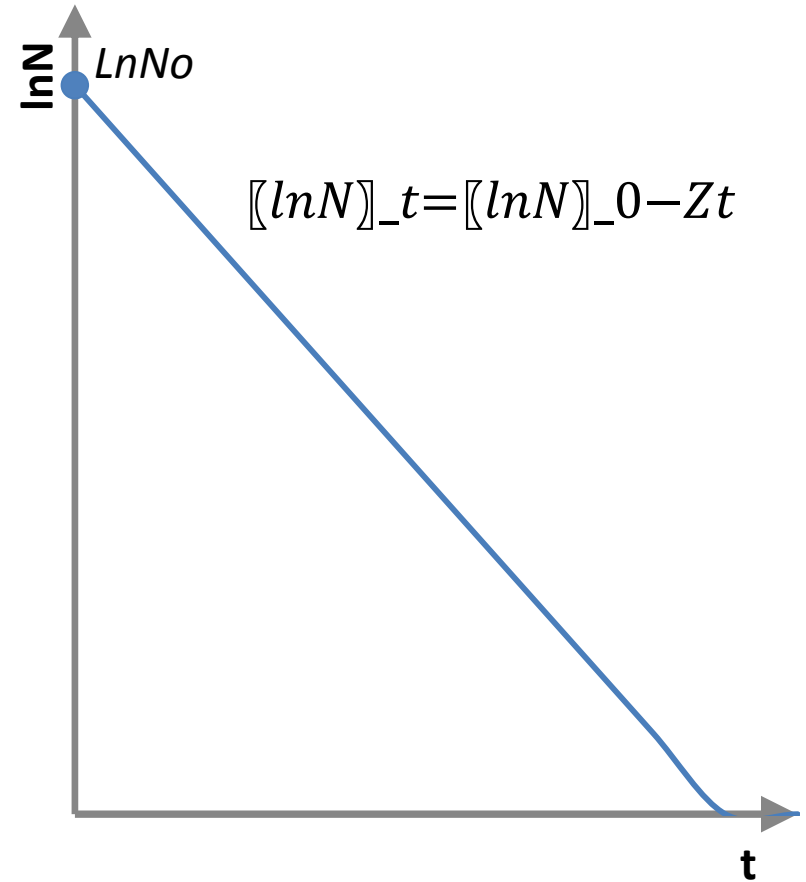
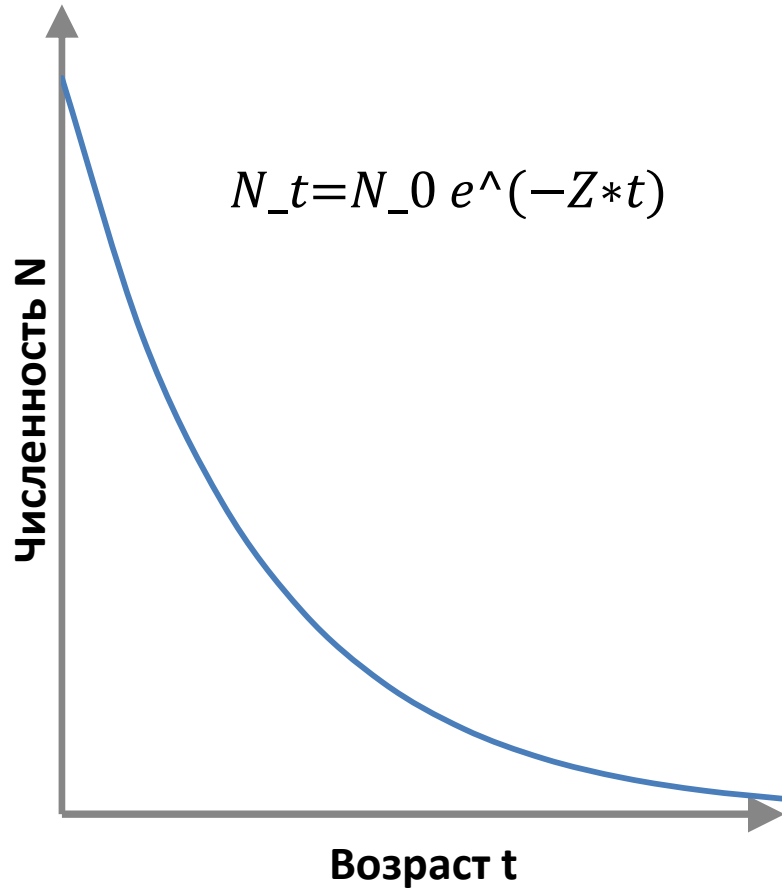
$$\frac{dN}{dt} = -ZN$$

Смысл уравнения: за элементарный (очень маленький) промежуток времени dt численность рыб уменьшается на величину dN , равную Z -той части от фактической численности N .

$$N_t = N_0 e^{-Z^*t} \qquad N_{t+1} = N_t e^{-Z_t}$$

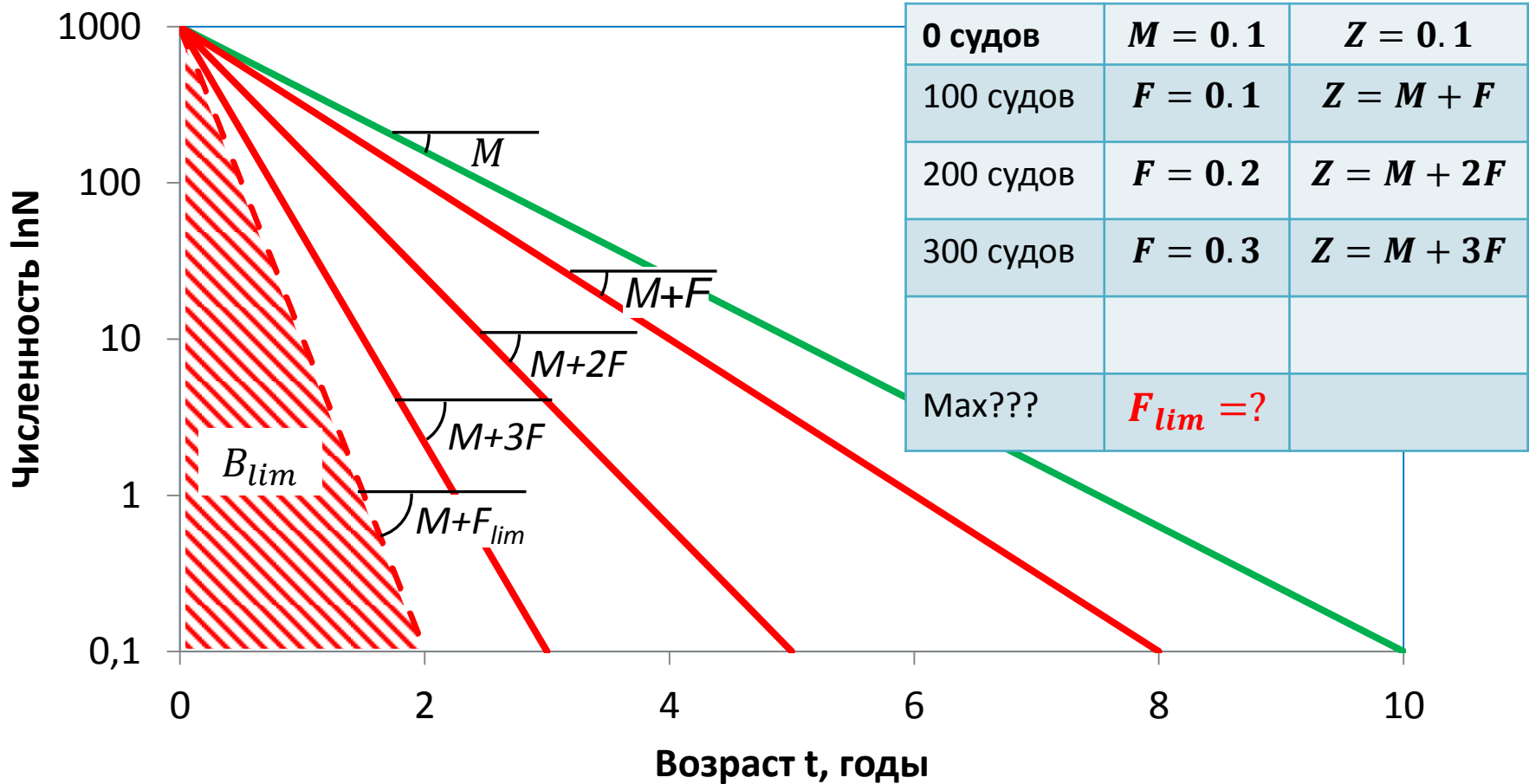
$$N_t = N_0 e^{-(M+F)t} \qquad N_{t+1} = N_t e^{-(M_t+F_t)}$$

Уравнение Ф.И.Баранова

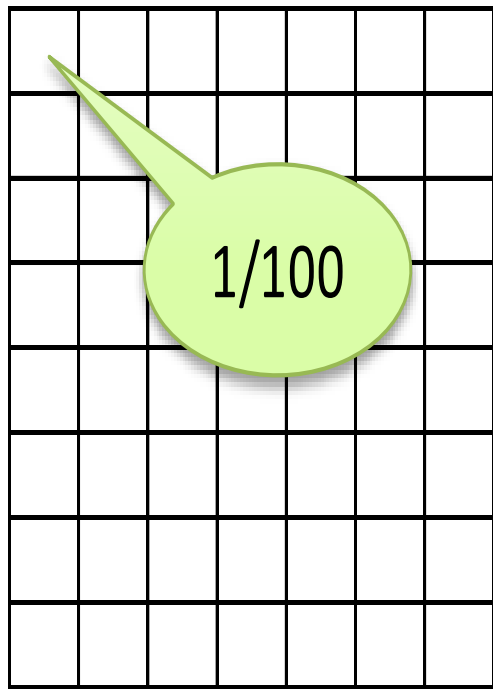


Оптимальный улов

Какая интенсивность промысла является оптимальной в пределах от $F=0$ - F_{lim}

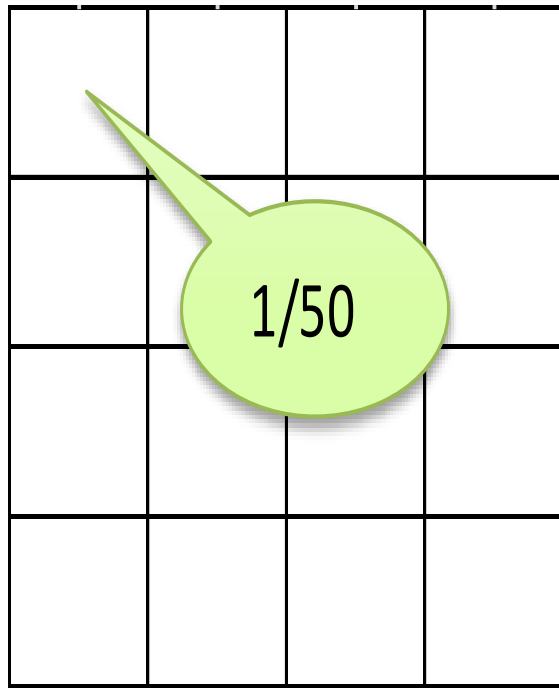


Абстрактный подход Ф.И.Баранова, 1914



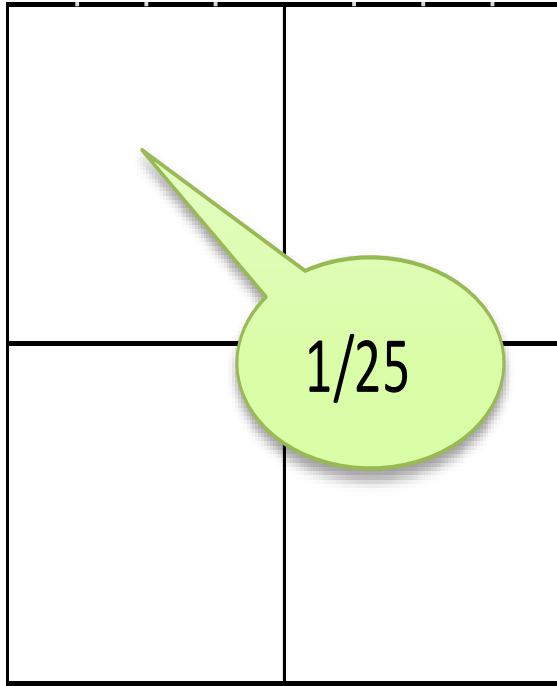
100 лет 1год

Абстрактный подход Ф.И.Баранова, 1914



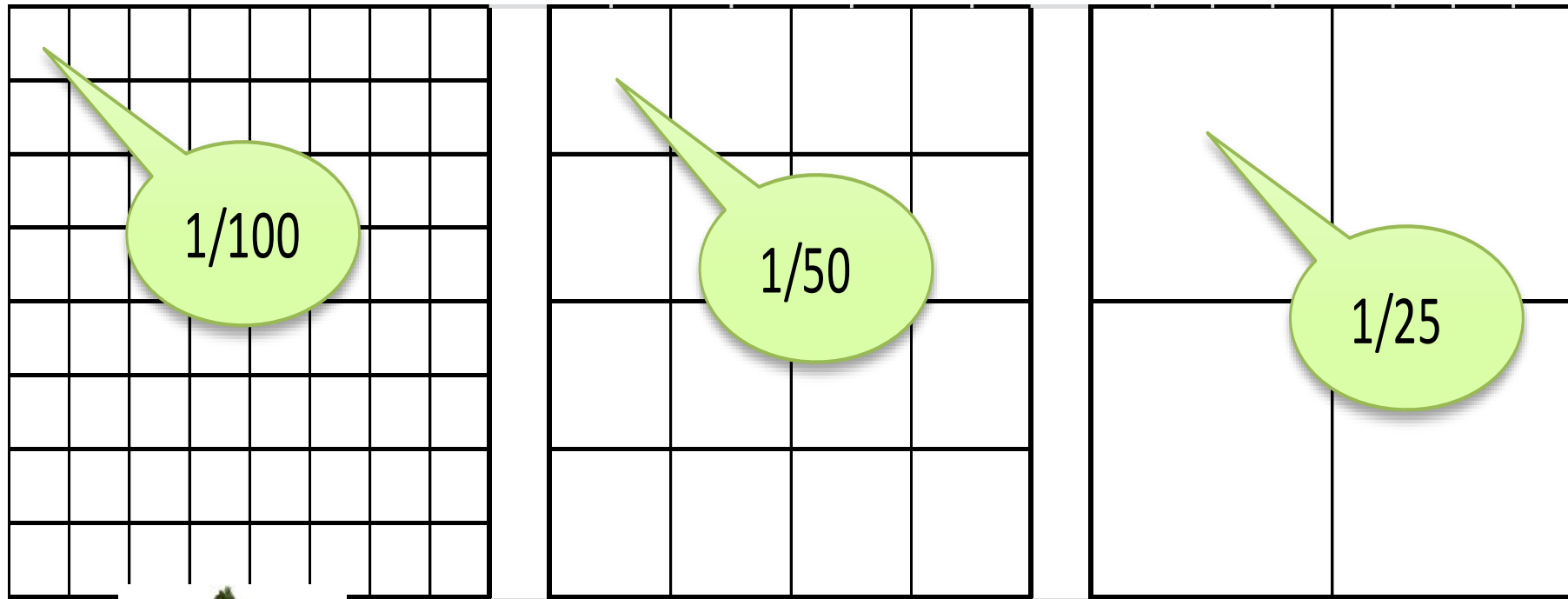
50 лет 1год

Абстрактный подход Ф.И.Баранова, 1914



25 лет 1 год

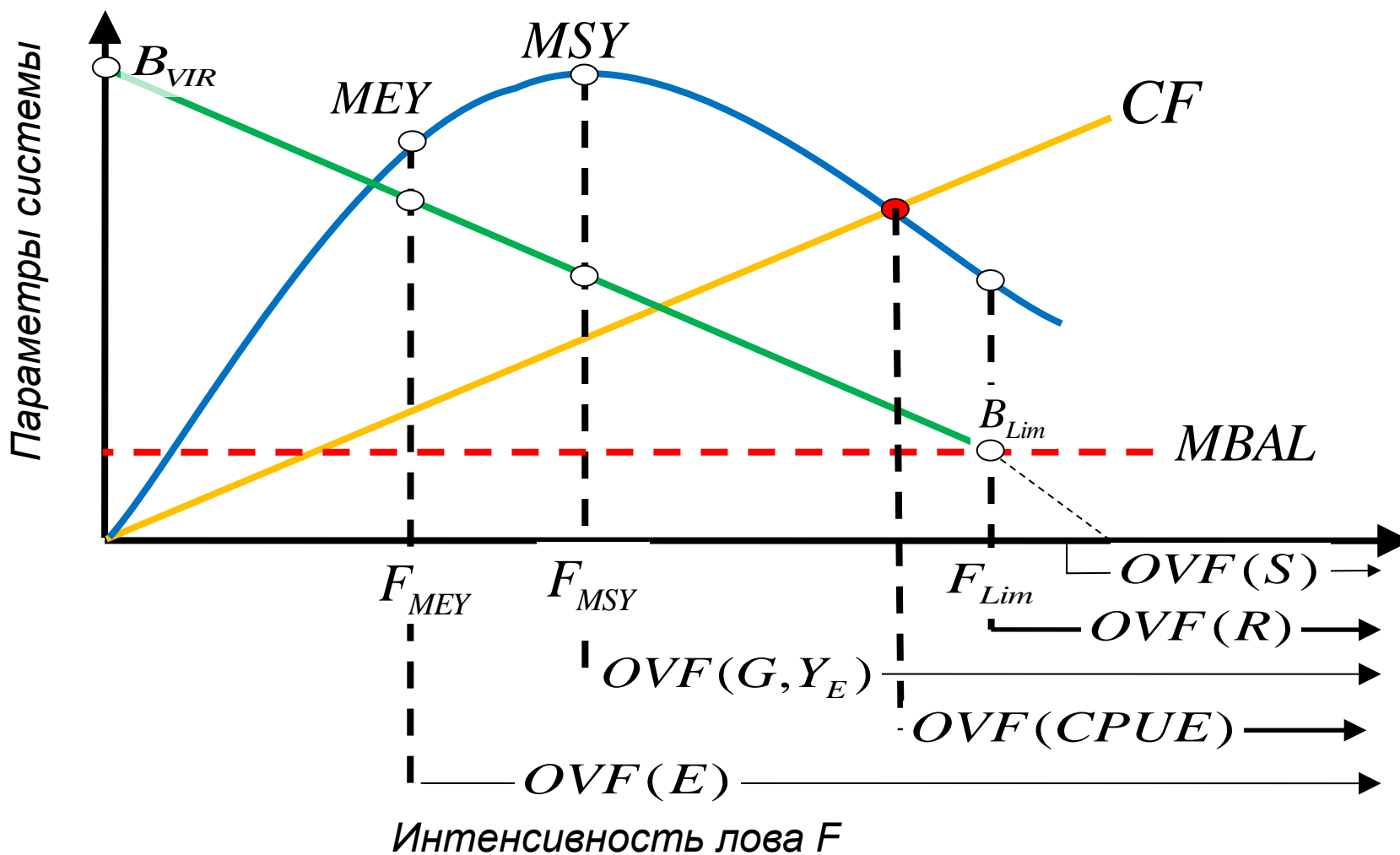
Абстрактный подход Ф.И.Баранова, 1914



Эффект влияния вырубki

1. Если имеется достаточное количество семян, популяция всегда приходит в стабильное состояние давая постоянную величину добычи ($1/100$, $1/50$, $1/25$)
2. Чем больше интенсивность вырубki, тем меньше будет возраст и размер вырубаемых деревьев
3. После того, как определены биологические безопасные пределы эксплуатации, какой режим более эффективен – решают простые экономические расчеты

Динамика системы «запас-промысел»



**Возможно ли существование
популяции в состоянии
близком к девственному в
условиях промышленной
эксплуатации?**

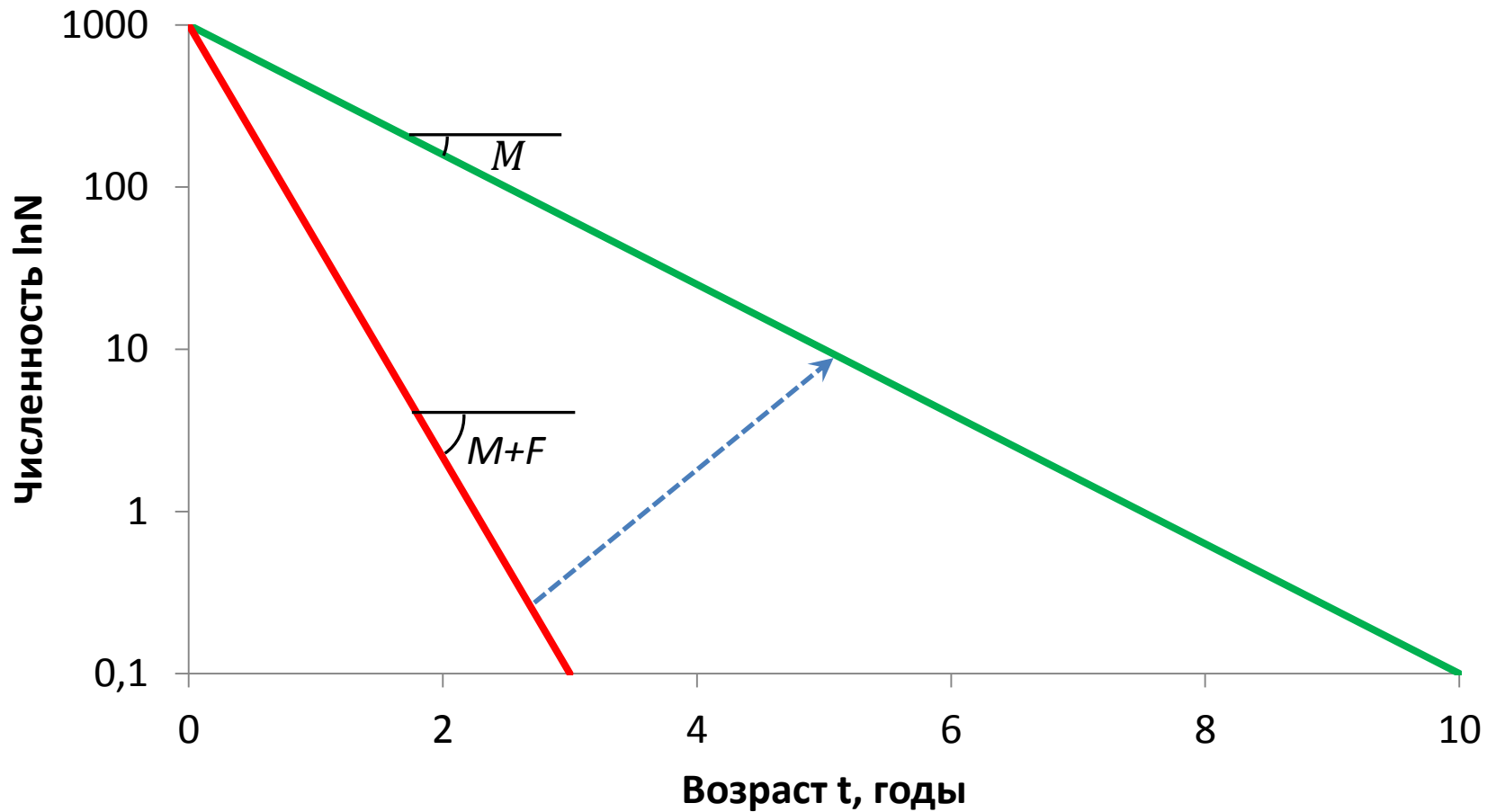
Меры охраны популяции

1. Подбор оптимальной интенсивности промысла
2. Запрет отлова неполовозрелых особей
3. Искусственное воспроизводство

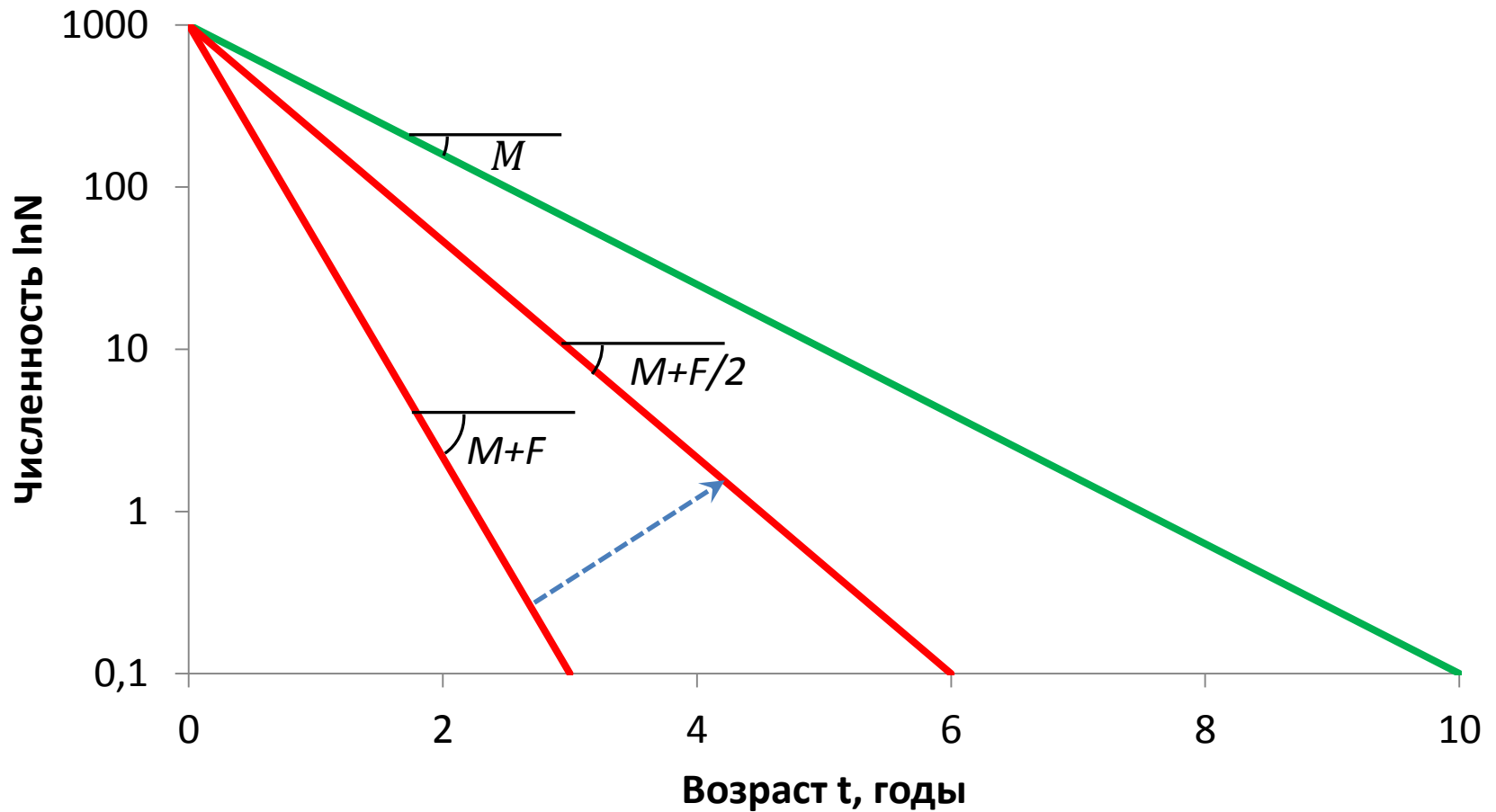
Меры охраны популяции

1. Подбор оптимальной интенсивности промысла
2. Запрет отлова неполовозрелых особей
3. Искусственное воспроизводство

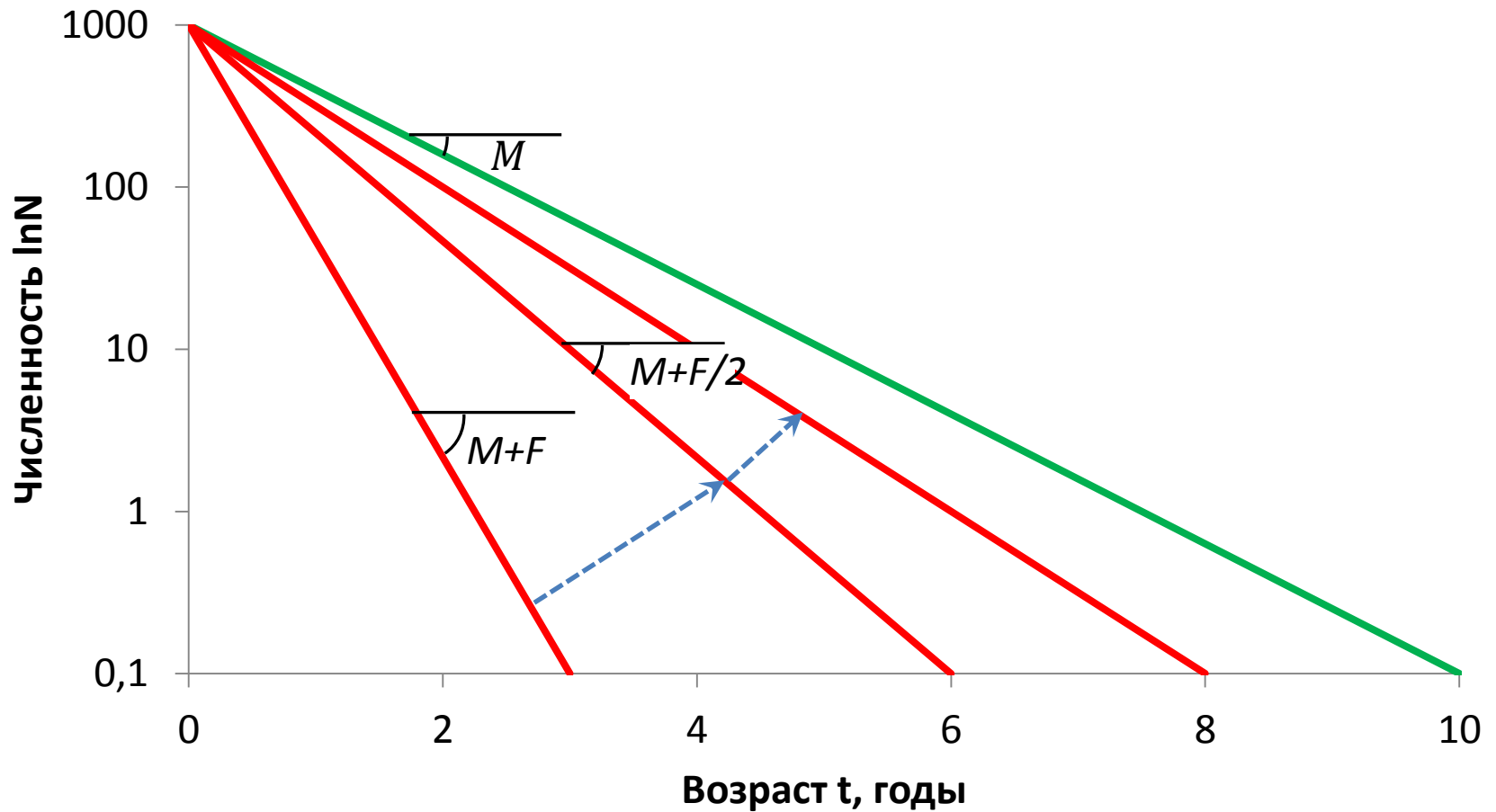
Выбор «оптимальной» интенсивности промысла



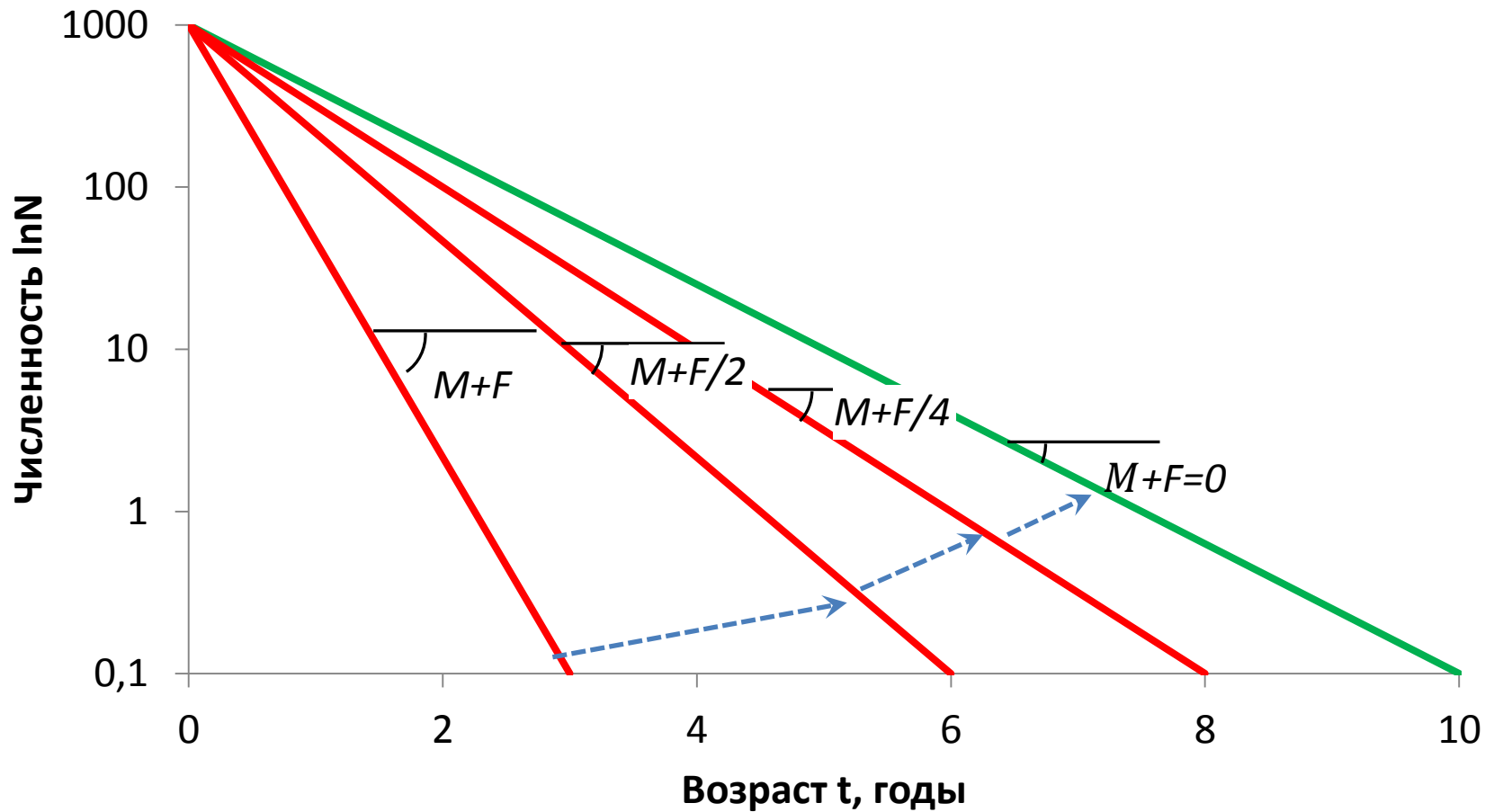
Выбор «оптимальной» интенсивности промысла



Выбор «оптимальной» интенсивности промысла



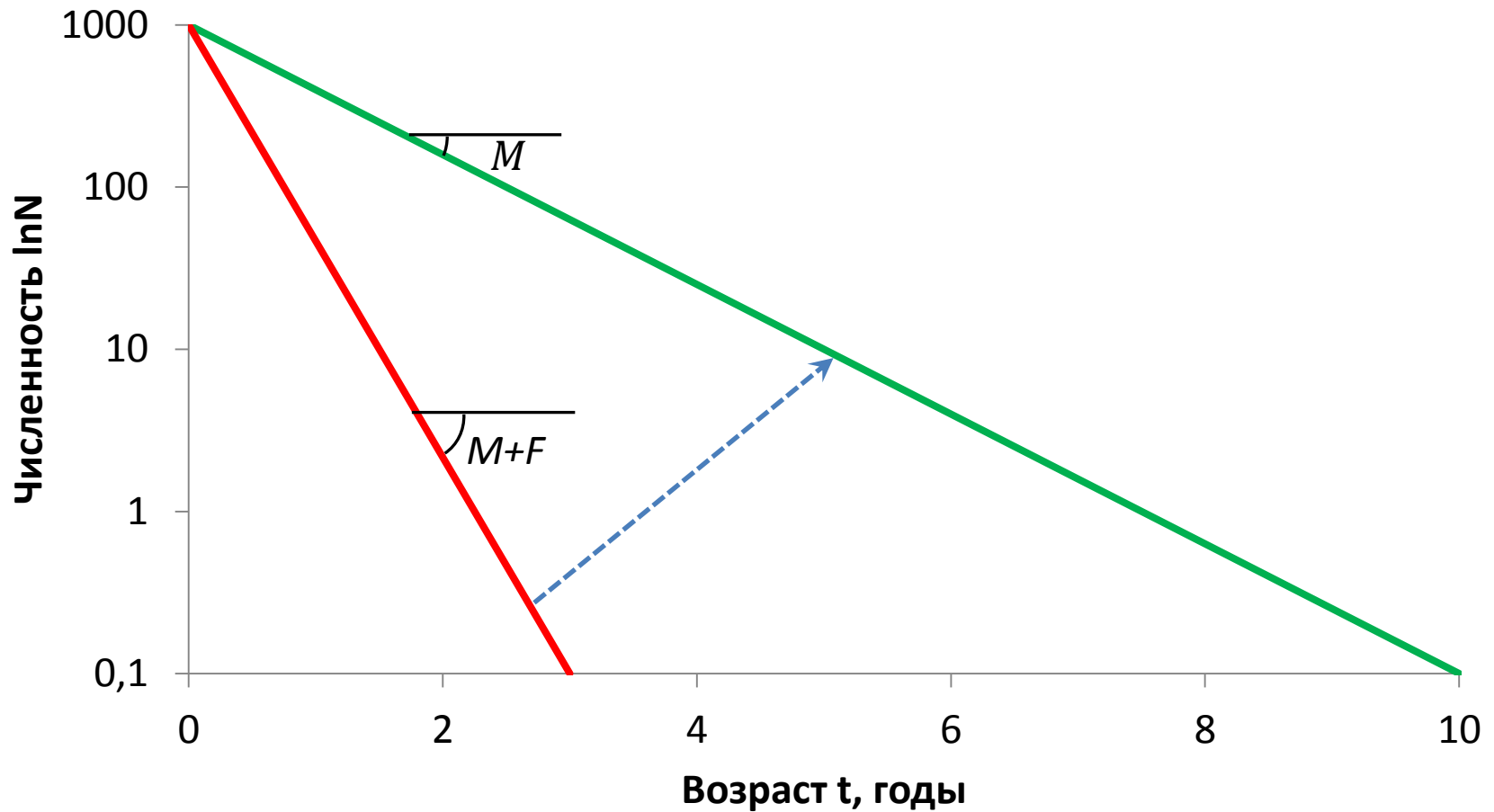
Выбор «оптимальной» интенсивности промысла



Меры охраны популяции

1. Подбор оптимальной интенсивности промысла
2. Запрет отлова неполовозрелых особей
 - Установление минимального шага ячеи (d_{min})
 - Введение промысловой меры ($Lc-ts$)
3. Искусственное воспроизводство

Запрет отлова неполовозрелых особей

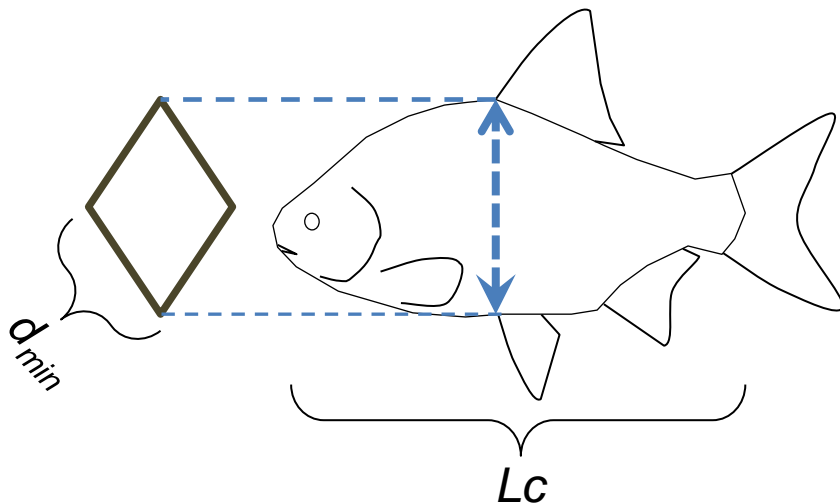


Установление минимального шага ячей в орудиях лова и/или промысловой меры

$$L_c = 30 \text{ см}$$

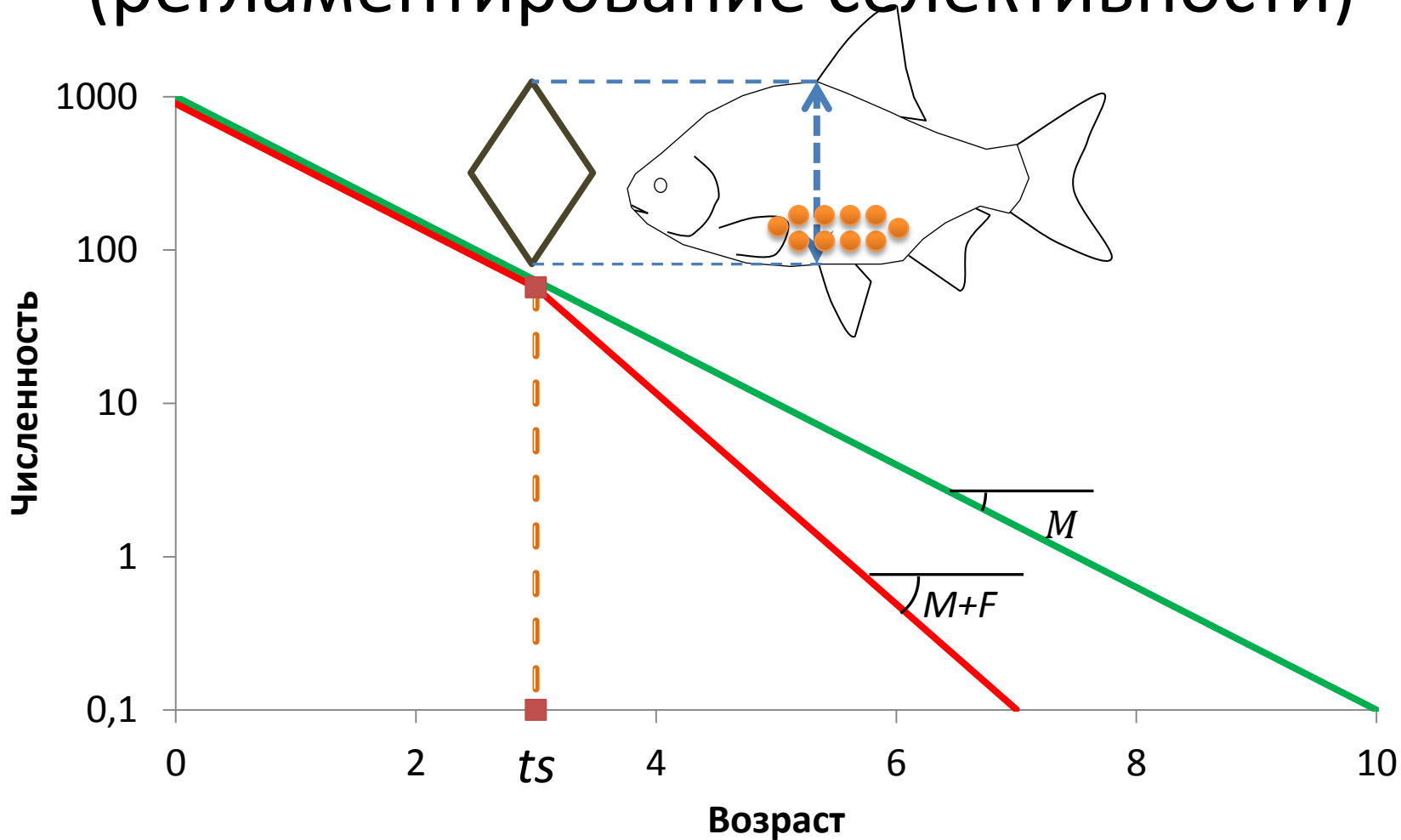
$$a = bL_c$$

$$a = 0.2 * 30 = 60 \text{ мм}$$

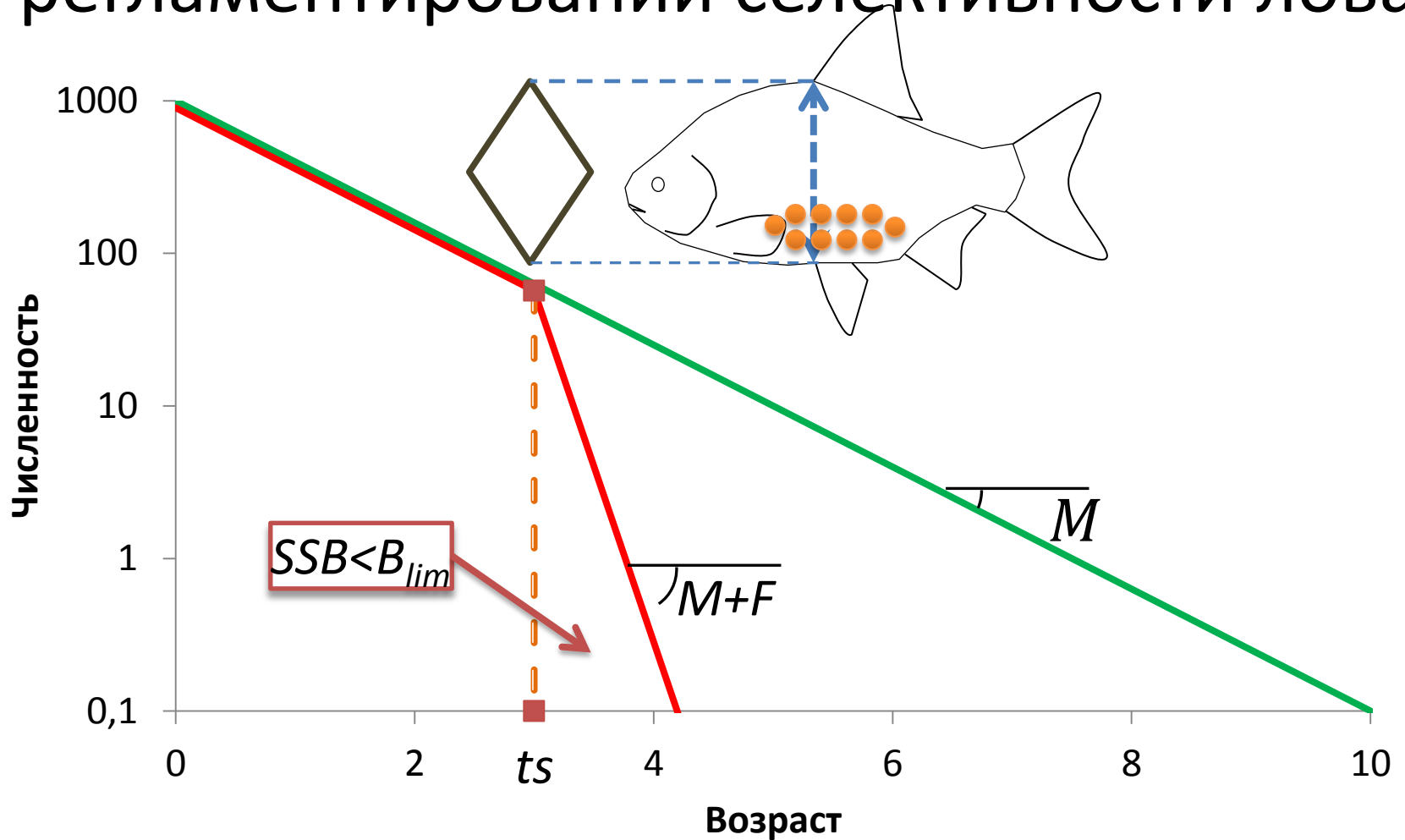


Вид	b
Красноперка	0.116
Терпуг	0.119
Горбуша	0.121
Треска	0.125
Скумбрия	0.125
Жерех	0.130
Толстолобик	0.134
Вобла	0.138
Сазан	0.145
Белый амур	0.148
Карась	0.200
Лещ	0.200

Запрет отлова неполовозрелых особей (регламентирование селективности)



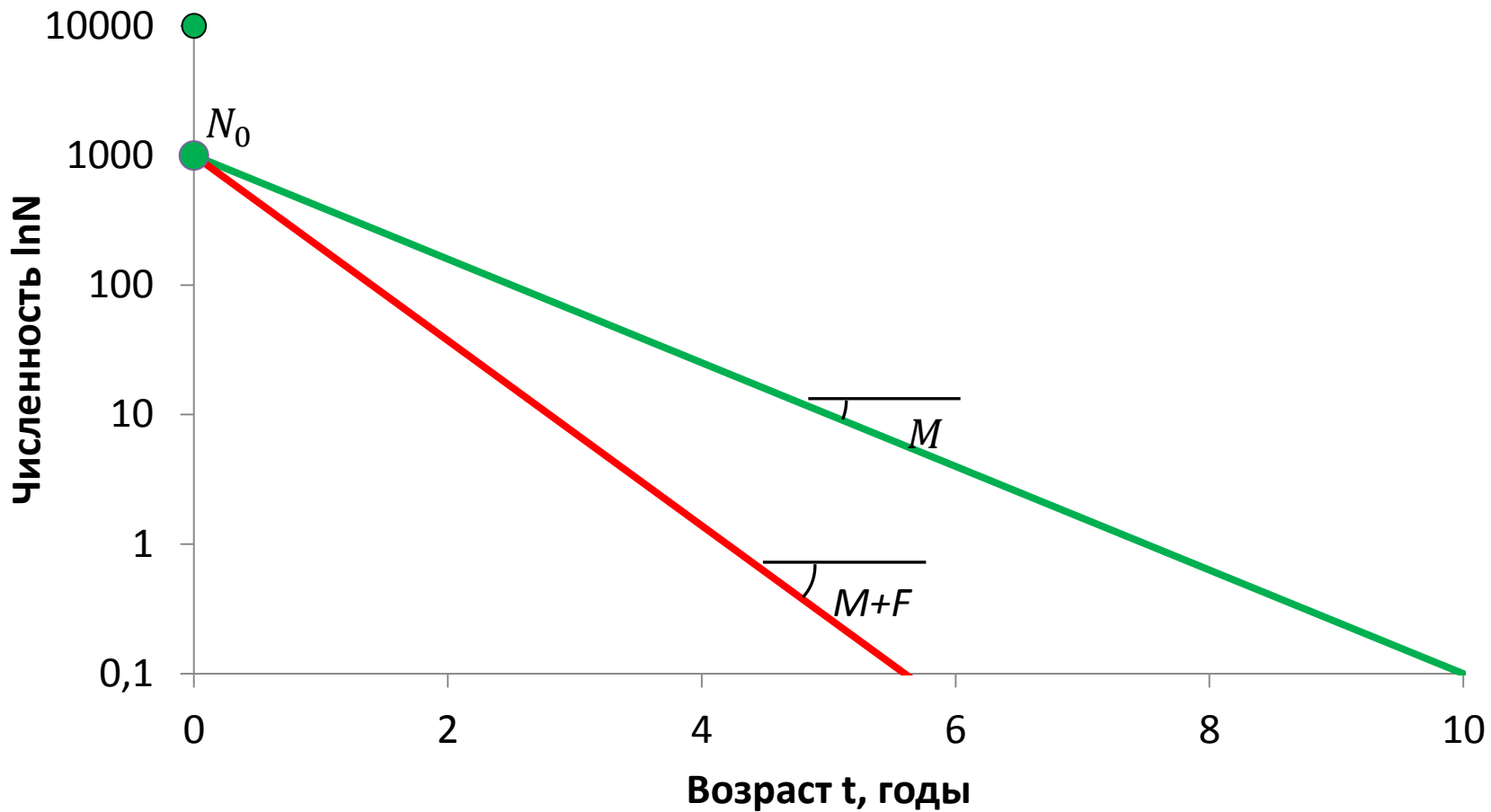
Перелов по пополнению при регламентировании селективности лова



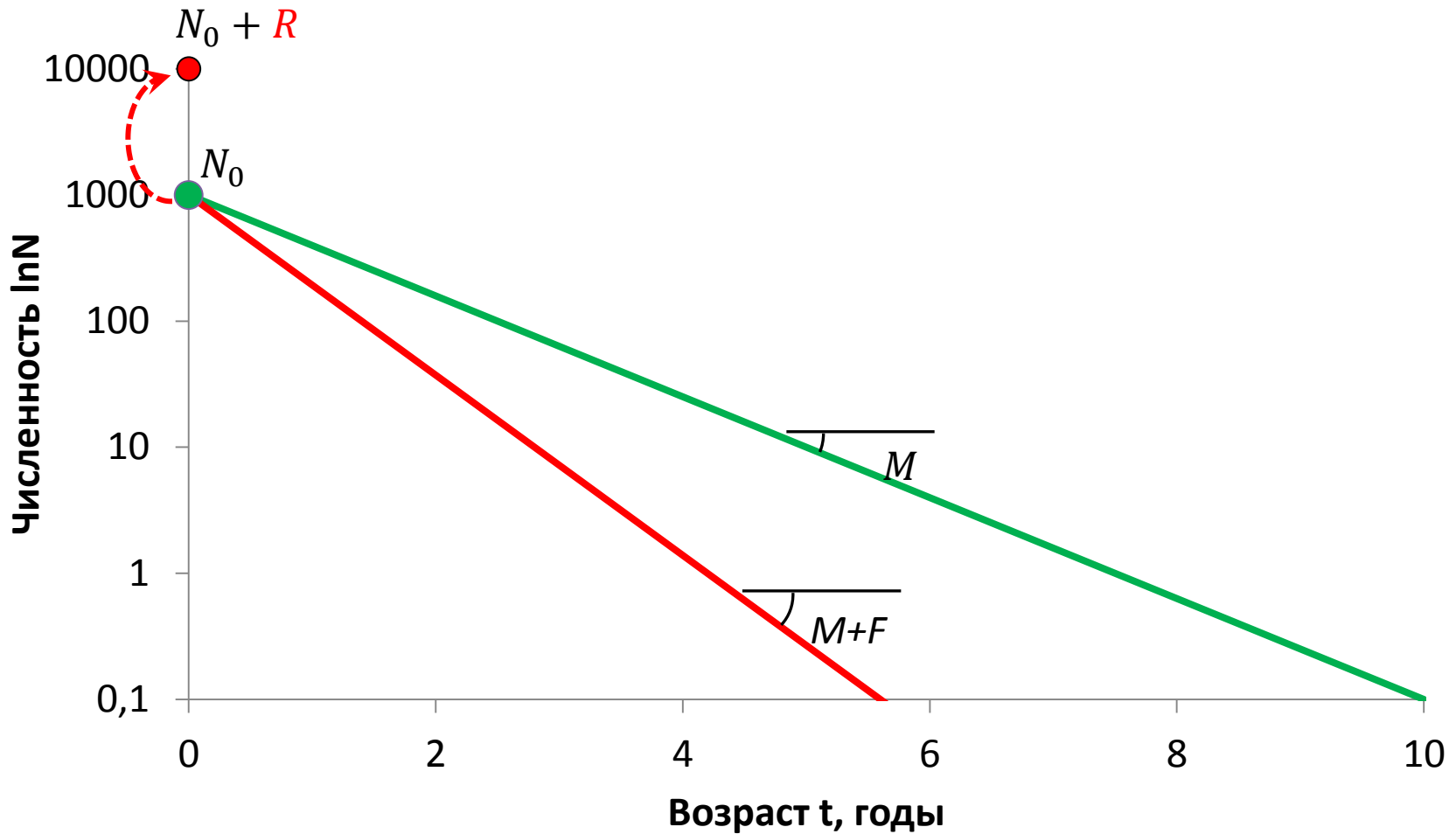
Меры охраны популяции

1. Подбор оптимальной интенсивности промысла
2. Запрет отлова неполовозрелых особей
3. Искусственное воспроизводство

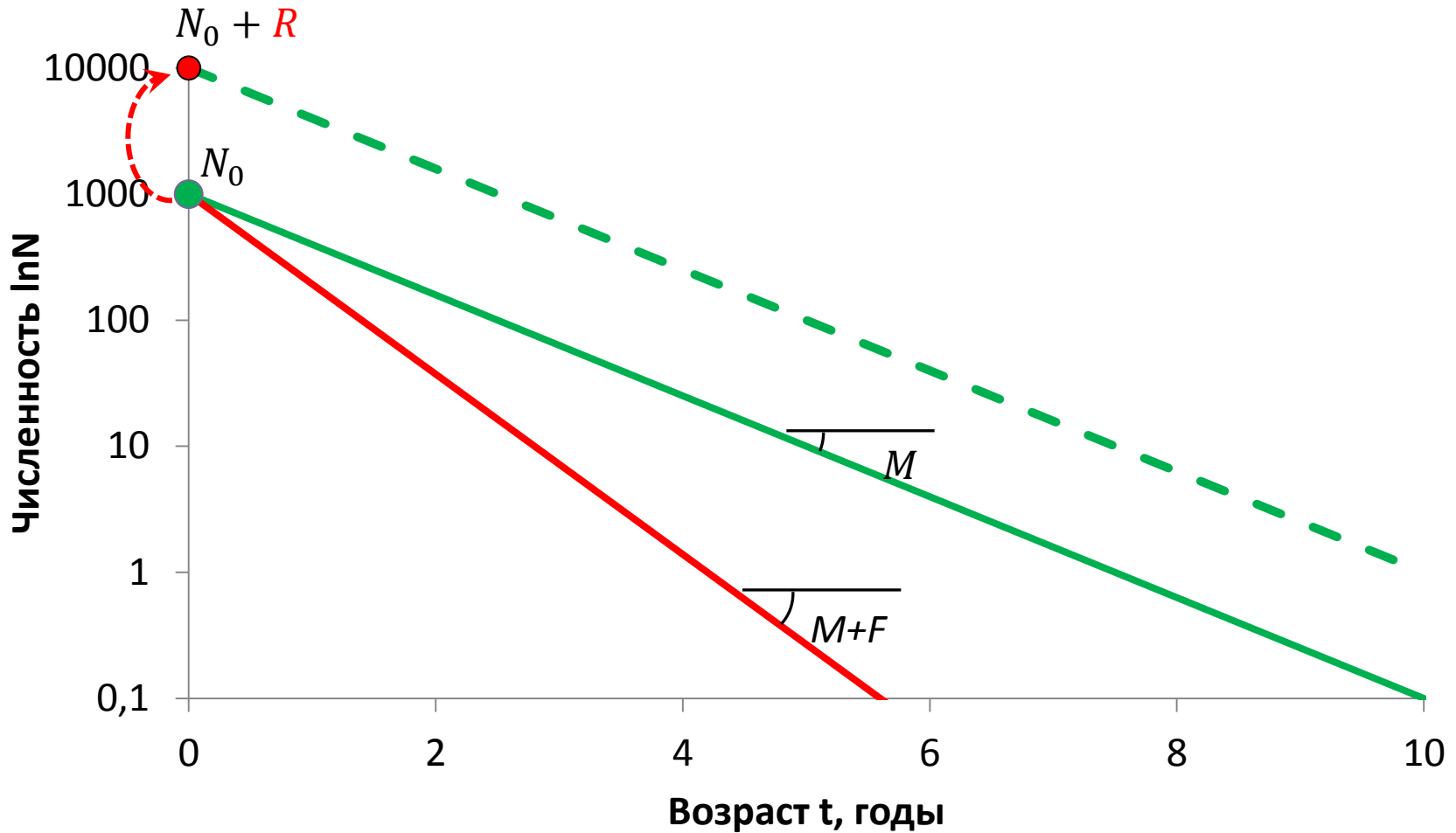
Искусственное воспроизводство



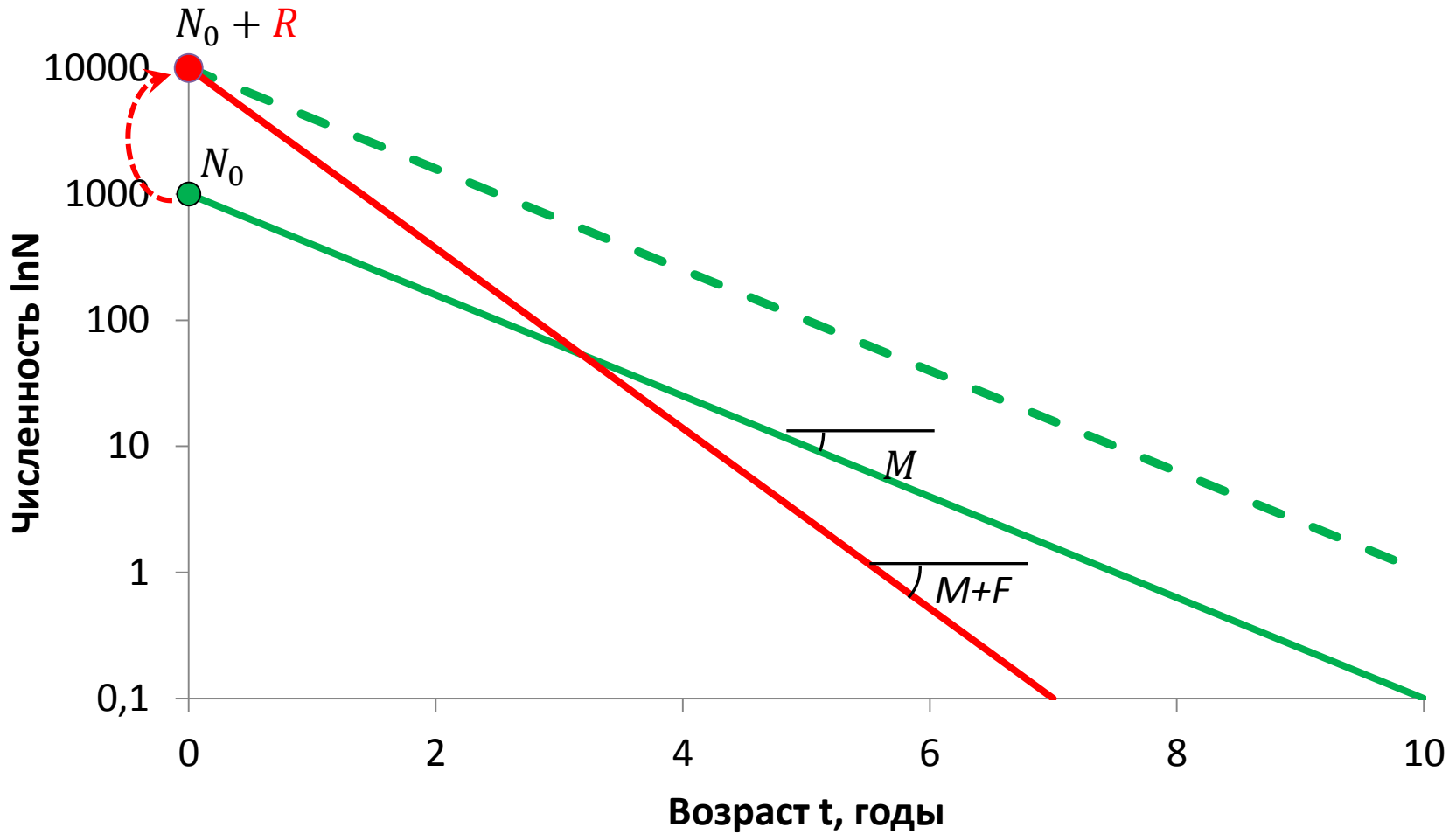
Искусственное воспроизводство



Искусственное воспроизводство



Искусственное воспроизводство

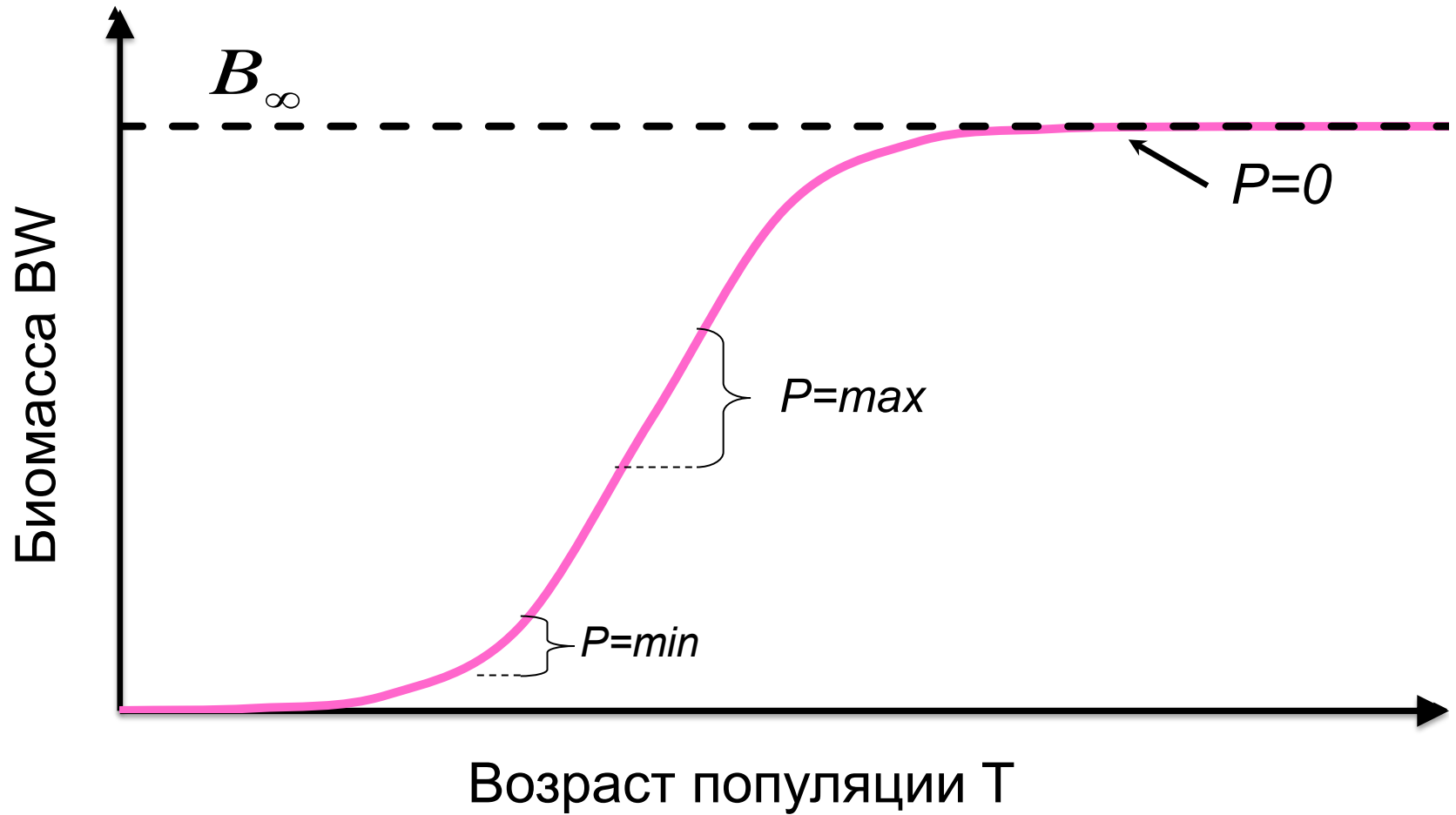


Выводы:

1. Никакими мерами регулирования невозможно сохранить структуру популяции в девственном состоянии в условиях эксплуатации
2. Бесполезно бороться с промыслом, а необходимо подобрать его оптимальные параметры:
 - $B > B_{lim}$
 - $F < F_{lim}$
 - $MSY \rightarrow MEY$

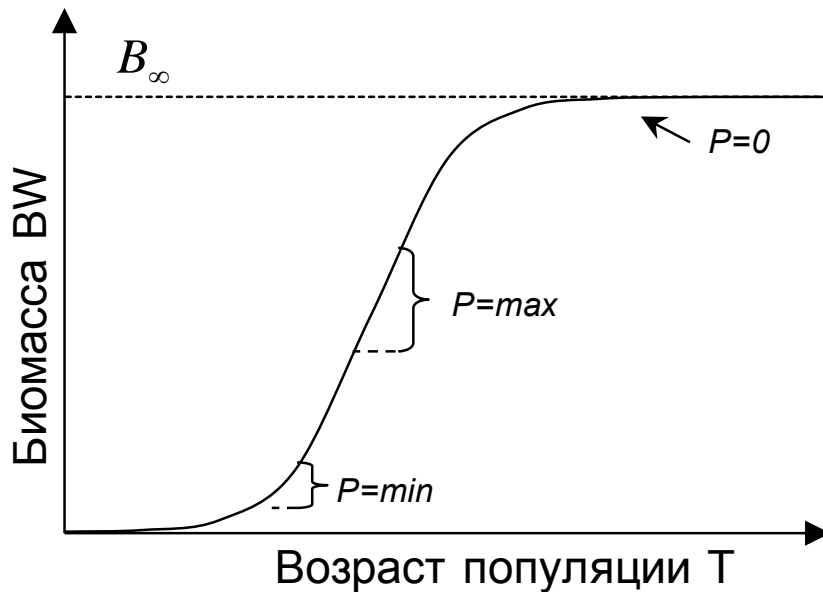
**Что есть промысел: насос или
средство управления?**

Продуктивность популяции

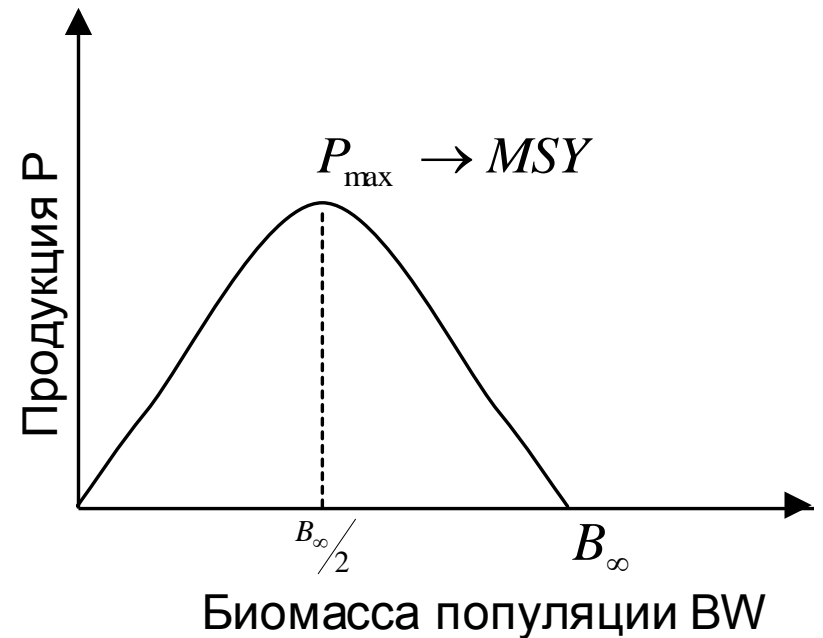


Изменение продукции в процессе роста популяции

Рост популяции

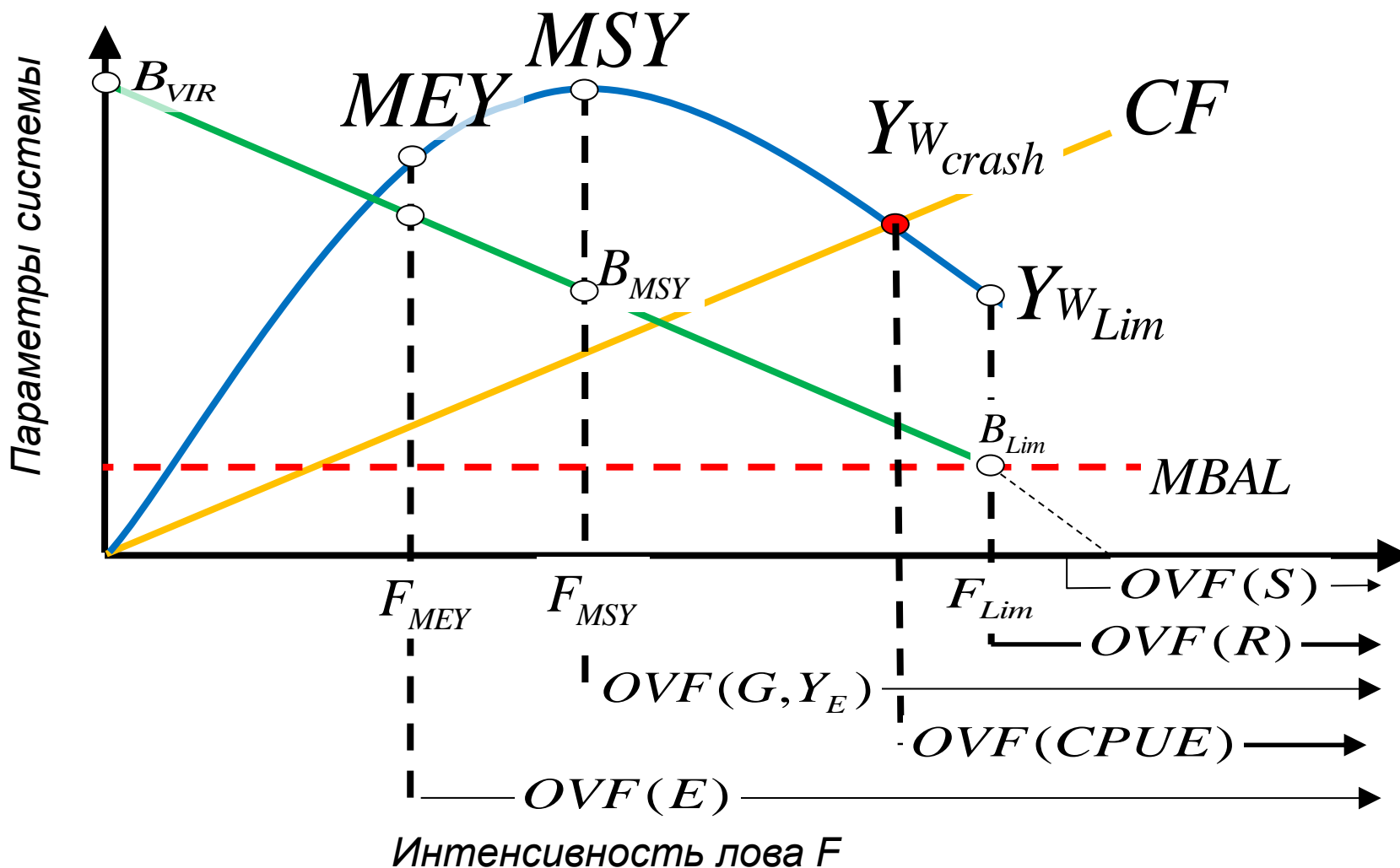


Продукция популяции



Динамика системы «Запас-Промысел»

Динамика системы «запас-промысел»



Аксиомы ихтиологии

- К.Бэр (1856): Необходимо дать рыбе хотя бы один раз отнереститься, чтобы обеспечить достаточный приплод
- Г.В.Никольский (1974): Промысел не оказывает влияние на популяцию, если не превышает ее способностей к саморегуляции
- Гейнке (1914): Перелов проявляется в «мельчании» рыбы в улове и падении самой величины улова

Заключение

«... Свыше 500 лет назад впервые забили набат по поводу введения нового орудия, прототипа современного трала» и могущество Владычицы морей не в малой степени обязано тому, что **не ставились препятствия к развитию ее морского рыболовства**. Однако заявления о вреде всеистребляющего промысла продолжают и теперь, причем выдвигаемые аргументы до курьеза совпадают с высказанными еще в 1376 г. Стало ли положение более мрачным от того, что изложенная точка зрения является необычной и среди естествоиспытателей? Думаю, нет, ибо мы еще не вкусили от древа познания добра и зла.... Так мало нам еще известно, так наивны иногда представления, что даже появление этой примитивной заметки не кажется совсем бесполезным».

Ф.И.Баранов «К вопросу о перелове», 1914 г.