



Саморегуляция численности популяций

Популяция растёт не бесконечно: среда сама включает тормоза.

Почему численность популяции не стоит на месте

Популяция меняется каждый день: кто-то рождается, кто-то погибает, кто-то уходит или приходит. Но при высокой плотности сразу включаются ограничения среды.



Даже при идеальных условиях рост не может продолжаться бесконечно: у среды всегда есть предел.

1

популяция живёт в пределах своей среды

Ключевые понятия

Популяция



Популяция — это особи одного вида, живущие на одной территории и свободно взаимодействующие друг с другом. Именно так изучают зайцев, деревья, бактерии или людей в экологических задачах.

Плотность



Плотность показывает, сколько особей приходится на площадь или объём. Чем она выше, тем чаще встречаются конкуренция, контакты и столкновения с ограничениями среды.

Ограничения



Ограничивающие факторы — это условия, которые замедляют рост численности. К ним относятся нехватка пищи, воды, света, укрытий и мест для размножения.

Равновесие



Когда факторов становится слишком много, популяция перестаёт быстро расти. Тогда её численность начинает колебаться вокруг более устойчивого уровня.

Ёмкость среды K : предел для популяции

1 Предел среды

Ёмкость среды — это не случайное число, а предел, который задают пища, пространство и другие ресурсы. Долго удерживаться выше этого уровня популяция не может.

2 До приближения к K

Пока численность ниже предела, особи находят достаточно пищи и мест для жизни. Когда значение приближается к K , рост заметно замедляется.

3 Если предел превышен

Если численность временно становится выше K , условия ухудшаются для всех. Чаще гибнут слабые особи, а появление потомства сокращается.

4 Возврат к равновесию

Со временем популяция возвращается к более устойчивому уровню. Это и показывает, что среда сама ограничивает рост.



Отрицательная обратная связь в природе

Схема показывает, как рост плотности усиливает ограничения и возвращает популяцию к устойчивому уровню.



Экспоненциальный рост: быстрый старт

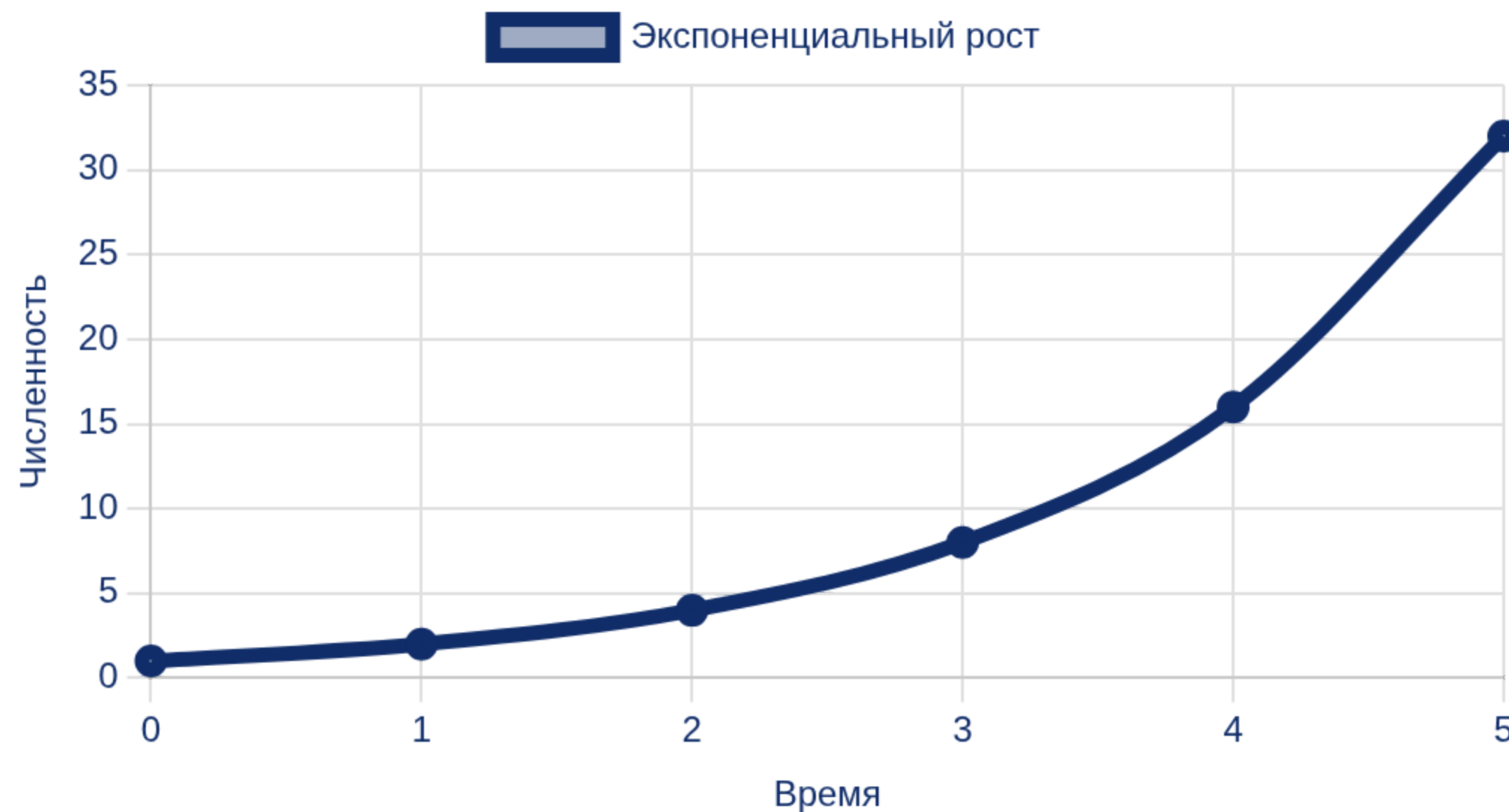
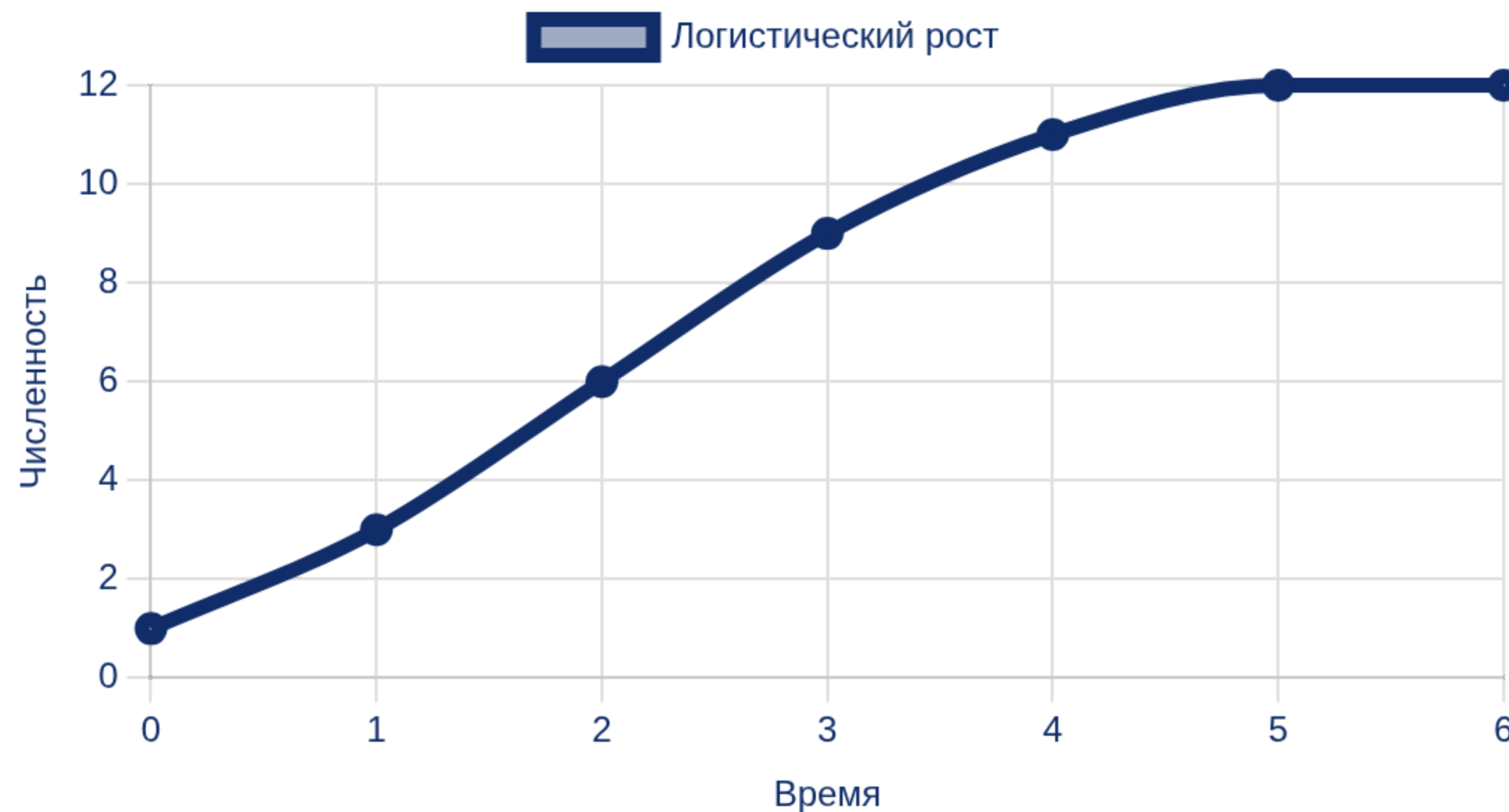


Схема показывает идеальный старт роста: сначала изменения почти незаметны, но затем численность увеличивается всё быстрее.

Кривая быстро идёт вверх, но такой режим возможен только недолго: реальные популяции почти сразу встречают ограничения среды.

Логистический рост: рост с торможением

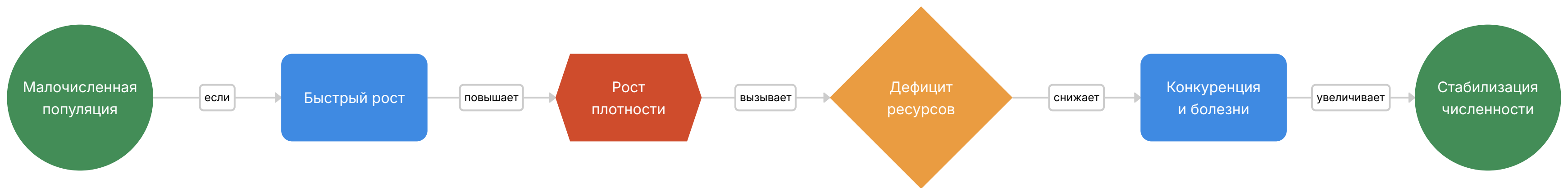


После быстрого старта рост не исчезает сразу: он постепенно замедляется и становится почти незаметным.

Кривая выходит на плато около предела среды: именно так выглядит саморегуляция численности без постоянного роста.

Как популяция сама себя «тормозит»

Схема отражает последовательность изменений, когда рост сам создаёт условия для своего замедления.



Конкуренция за ресурсы внутри вида

Делёж ресурсов

Когда особей становится больше, им приходится делить одни и те же источники пищи, воды и укрытий. Из-за этого растёт напряжение внутри группы.

Теснота у растений

У растений нехватка места и света быстро заметна: нижние листья затеняются, побеги вытягиваются, а молодые растения развиваются слабее и медленнее.

Борьба у животных

У животных плотность усиливает драки за корм, норы и безопасные участки. Побеждают обычно более сильные особи, а остальные тратят больше энергии и рискуют погибнуть.

Отбор внутри вида

Слабые особи чаще получают меньше пищи, позже растут и не успевают размножиться. Так внутренняя конкуренция естественно сокращает будущий прирост численности.



Территория как способ ограничения численности



1

Собственный участок

У многих животных участок служит не только местом жизни, но и границей, за которую чужих не пускают. Это уменьшает встречи между соседями и снижает частоту драк.

2

Неравные возможности

Когда плотность растёт, сильным особям проще удержать лучшие места для корма, укрытий и партнёров. Слабые вытесняются на периферию и получают меньше шансов на выживание.

3

Цена защиты

Охрана территории требует сил: нужно патрулировать границы, отпугивать соперников и тратить время, которое могло бы уйти на питание или заботу о потомстве.

4

Меньше мест — меньше потомства

Если пригодных участков мало, часть молодых особей остаётся без своей территории. Тогда они не могут закрепиться, размножиться и вклад в популяцию уменьшается.

Болезни и паразиты при высокой плотности

Быстрая передача

Чем больше особей живёт рядом, тем чаще возбудители переходят от одной особи к другой. Одного контакта бывает достаточно, чтобы инфекция быстро охватила всю группу.

Общие точки контакта

Общие норы, кормушки, тропы и места отдыха становятся удобными путями для микробов и паразитов. В таких условиях заразиться легче, чем в разреженной популяции.

Ослабление защиты

У плотных групп выше нагрузка на организм: животные чаще испытывают стресс, хуже питаются и дольше восстанавливаются. Ослабленный организм легче поддаётся заболеванию.

Эффект скученности

Поэтому вспышки болезней нередко начинаются именно там, где особи тесно скучены. Паразиты и инфекции становятся важным плотность-зависимым ограничителем численности.



Почему размножение снижается

1 Позднее созревание

При большой плотности молодым особям труднее найти пищу и безопасное место. Из-за этого они медленнее растут и позже достигают возраста, когда способны размножаться.

2 Меньше выживает

Нехватка ресурсов уменьшает выживаемость потомства. Даже если детёныши появляются, часть из них не переживает первые недели, когда потребности самые высокие.

3 Влияние стресса

Теснота повышает стресс, а он влияет на гормоны, связанные с размножением. У взрослых особей снижается готовность к спариванию и уменьшается число успешных беременностей.

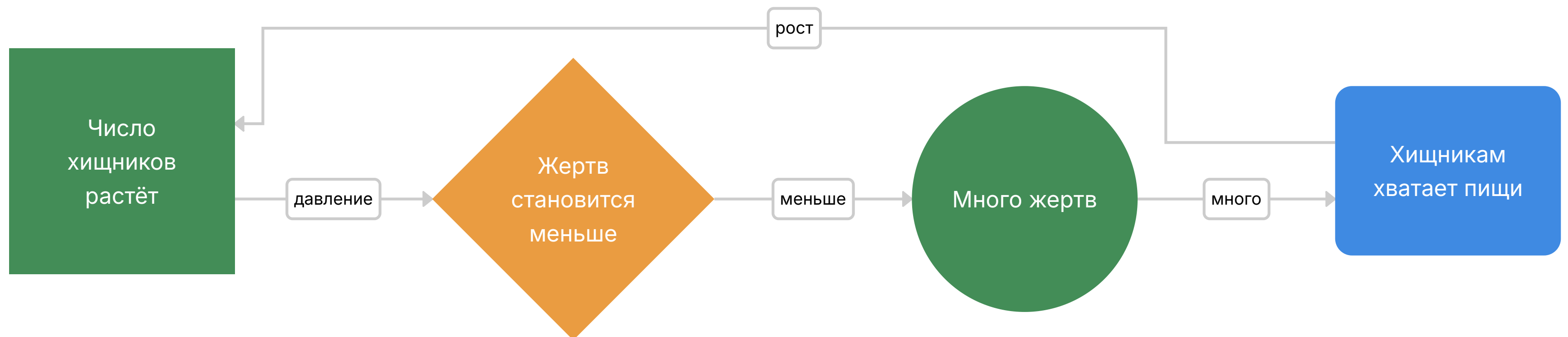
4 Снижение вклада в популяцию

В результате в потомстве оказывается меньше молодых особей, чем могло бы быть при хороших условиях. Популяция сама замедляет рост без внешнего вмешательства.



Хищник и жертва: взаимная регуляция

Переход от обилия добычи к росту хищников и обратному снижению численности жертв



Почему численности колеблются

1. Рост жертв

Сначала жертв становится больше: у них достаточно пищи и выше выживаемость молодняка. Это создаёт запас добычи для будущих хищников.

2. Ответ хищников

Через некоторое время хищники получают больше корма, лучше выживают и активнее размножаются. Их численность начинает расти вслед за числом жертв.

3. Колебание численности

Когда хищников становится много, они сильнее снижают численность жертв. Затем пищи снова не хватает, и рост обеих популяций замедляется.



Факторы, зависящие от плотности

Фактор	Как действует
Конкуренция	Меньше ресурсов
Болезни	Быстрее заражение
Хищники	Проще найти добычу

Плотность-зависимые факторы становятся сильнее по мере роста численности. Они действуют как внутренняя обратная связь и помогают удерживать популяцию в пределах среды.

Все факторы усиливаются при высокой плотности и замедляют рост популяции.

Факторы, не зависящие от плотности

Плотность-независимые факторы уменьшают численность почти одинаково при любом размере популяции. Они не зависят от того, сколько особей живёт на территории, и не создают саморегуляцию.

Эти факторы действуют независимо от плотности и не подстраивают численность под ёмкость среды.

Фактор	Действие
Мороз	Гибель особей
Засуха	Нехватка воды
Пожар	Разрушение среды

Что видно в культуре бактерий

Быстрый старт

В пробирке бактерии сначала делятся очень быстро: питательных веществ много, пространство свободно, а конкуренция почти отсутствует. За короткое время число клеток резко увеличивается, и кажется, что росту нет предела.



Предел в миниатюре

Но спустя время условия меняются: еда заканчивается, накапливаются отходы, и среда становится менее пригодной. Деление замедляется, а затем почти останавливается — даже у микроскопических организмов есть предел роста.



Кейс: травоядные и кормовая база



1

Кормовая база истощается

У оленей и зайцев больше особей означает более сильное выедание растений. Корм становится жёстче и беднее, поэтому животным труднее набирать массу и переживать неблагоприятный сезон.

2

Слабее выживание

Когда пищи не хватает, молодняк растёт медленнее, а взрослые особи слабее переживают зиму или засуху. Число успешных беременностей и выживших детёнышей заметно уменьшается.

3

Дополнительные ограничения

Высокая плотность усиливает и другие ограничения: животные чаще встречаются, быстрее распространяют болезни и сильнее конкурируют за лучшие участки пастбища. Это ещё больше сдерживает рост.

4

Возврат к равновесию

Постепенно численность снижается до уровня, при котором растительности хватает для восстановления. Так популяция возвращается к более устойчивому соотношению с кормовой базой.

Численность не растёт бесконечно

Саморегуляция показывает, что у каждой популяции есть предел роста. Когда особей становится слишком много, ресурсы, болезни и конкуренция возвращают численность к более устойчивому уровню.