

ПРИОРИТЕТНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ 6.9. БИОФИЗИКА. РАДИОБИОЛОГИЯ. МАТЕМАТИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ В БИОЛОГИИ. БИОИНФОРМАТИКА

Программа 6.9.1. Молекулярно-генетические, биофизические, экосистемные и биосферные процессы: экспериментально-компьютерные исследования, базы данных и математическое моделирование (координатор акад. Н. А. Колчанов)

Сотрудниками Института биофизики на основе принципа наихудшего сценария разработана минимальная математическая модель глобальных потоков углерода в наземном и

океаническом блоках системы биосфера—климат (рис. 26, *а*), учитывающая парниковый эффект и возможную «быструю» положительную обратную связь — почвенную эмиссию CO₂ с

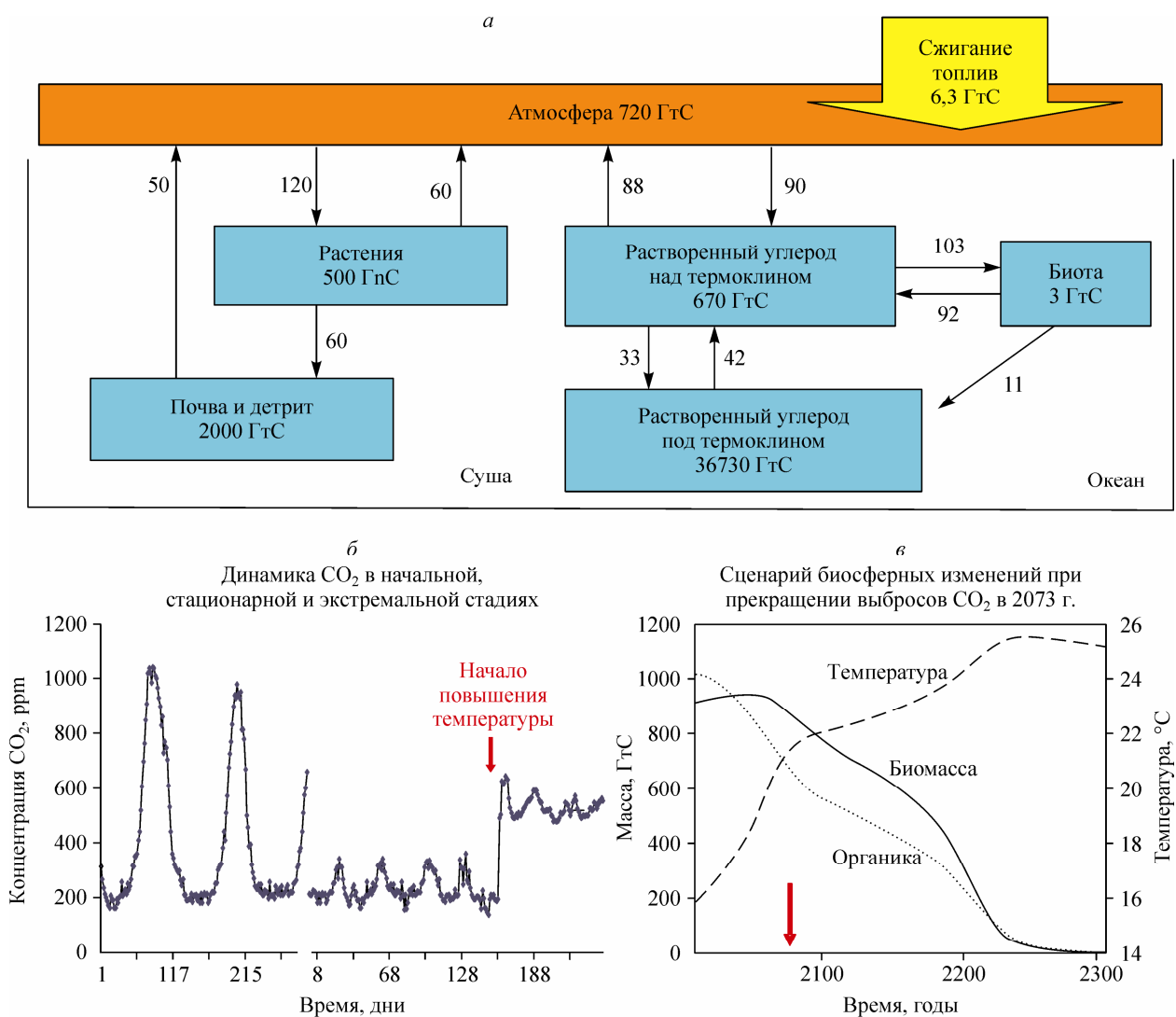


Рис. 26. Моделирование неблагоприятных сценариев развития системы биосфера—климат с помощью минимальной математической модели.

а — блок-схема модели глобальных потоков углерода; *б* — экспериментальное моделирование эффекта повышения температуры в малой замкнутой экосистеме; разрыв делений на оси ординат разделяет начальную и стационарную фазы эксперимента; *в* — катастрофический сценарий биосферных изменений.

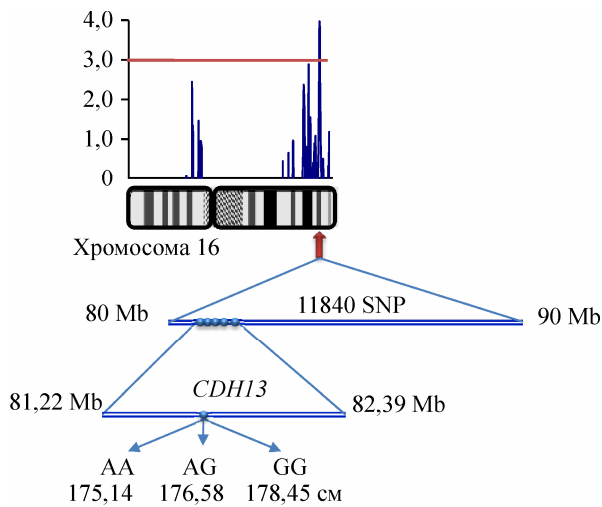


Рис. 27. Результаты тонкого картирования участка хромосомы 16. В районе пика обнаружен кластер из 19 маркеров, достоверно ассоциированных с ростом. Все они локализованы внутри гена кадхерин 13, *CDH13*.

ростом температуры, способную привести к дестабилизации биосферы. Дестабилизация проявляется в наличии «даты необратимости» (рис. 26, в), после которой (красная стрелка) прекращение сжигания ископаемых топлив не останавливает рост атмосферной концентрации CO_2 и температуры. Проведена адекватная

кросс-верификация расчетов модели с биосферными данными различной природы: спутниковых и наземных оценок продукции фотосинтеза, палеоклиматических и прямых измерений концентрации CO_2 . В длительных лабораторных экспериментах в замкнутой экосистеме почва—растения показана принципиальная реализуемость моделируемого механизма положительной обратной связи (рис. 26, б) — подъем содержания CO_2 с ростом температуры. При подготовке нового варианта Киотского протокола моделируемый механизм эмиссии CO_2 имеет принципиальное значение.

В Институте цитологии и генетики совместно с Медицинским центром Эразмус (Роттердам, Голландия) ведется картирование генов роста человека. Проведен подробный анализ дистального района хромосомы 16, где ранее был обнаружен максимальный пик сцепления. В районе этого пика на участке длиной 10 миллионов пар оснований (Mb) было генотипировано 11840 дополнительных маркеров (рис. 27). 19 из них продемонстрировали достоверную ассоциацию с ростом человека. Все они локализованы в районе гена кадхерин 13 (*CDH13*), кодирующего белок, обеспечивающий контакты между клетками и участвующий в их делении. Люди с разными гено-

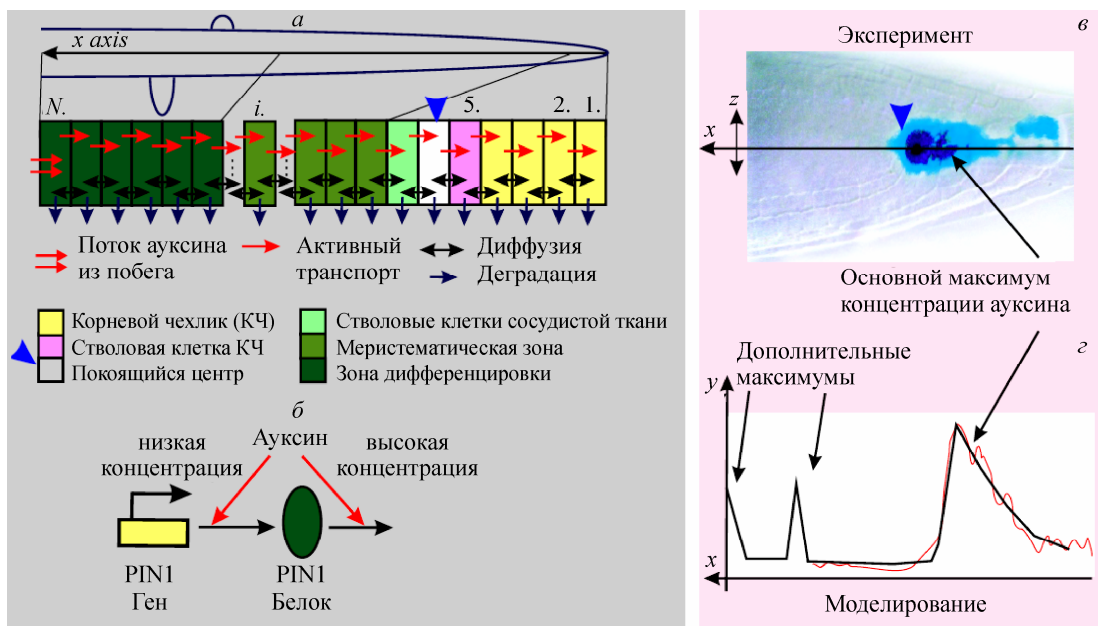


Рис. 28. Моделирование распределения ауксина в корне растения.

a — типы клеток, расположенные вдоль центральной оси x корня и процессы, влияющие на распределение ауксина; *b* — генетическая регуляция ауксином экспрессии PIN1 гена, кодирующего белок — транспортер ауксина; *в* — экспериментальные данные о распределении ауксина в кончике корня растений; *г* — соответствие результатов моделирования (черная кривая) экспериментально наблюдаемому распределению ауксина в кончике корня (красная кривая).

типами этих маркеров значительно различаются по росту. Генотипы обнаруженного локуса объясняют 1,5 % разнообразия признака, в то время как известные до сих пор 54 локуса вместе взятые объясняют всего 5 % изменчивости.

В Институте цитологии и генетики создана математическая модель распределения ауксина вдоль корня и регуляции положения ствольных клеток в его кончике (рис. 28). В модели, описываемой системой обыкновенных дифференциальных уравнений, учитываются активный транспорт ауксина, его диффузия, деградация и поступления ауксина из побега (а); отрицательная и положительная обратные

связи от ауксина на скорость его активного транспорта через белок PIN1 (б). Согласно результатам моделирования (в), максимум концентрации ауксина совпадает с положением ствольных клеток в кончике корня и сохраняет свое положение при делении и росте клеток, что согласуется с экспериментальными данными (г). Кроме того, наблюдалось стационарное увеличение концентрации ауксина в центральной части корня и у его основания (е), что соответствует зонам формирования боковых и придаточных корней. Таким образом, модель объясняет механизмы формирования двух основных типов корневой системы растений: стержневой или мочковатой.