

Общая экология

Тема 10-3

Основные биомы суши и их характеристика:

- 1. Широколиственные леса умеренного пояса**
- 2 Бореальные хвойные леса (тайга).**
- 3. Триггерные модели роста древостоя и развития экосистем**

Вопросы к семинару:

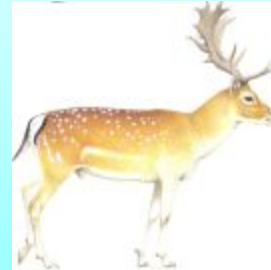
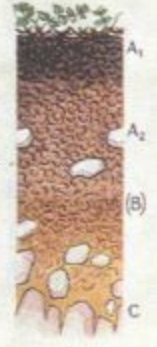
Характеристика отдельных биомов (распространение, климат, рельеф, почвы, растительный и животный мир, биоразнообразие и продуктивность, трофические отношения, закономерности биокруговорота, устойчивость, экологические проблемы...).

1 Широколиственные леса умеренного пояса

2 Бореальные хвойные леса (тайга).

.3. Триггерные модели роста древостоя и развития экосистем (численные эксперименты в среде Matlab)

Широколиственные леса умеренного пояса.

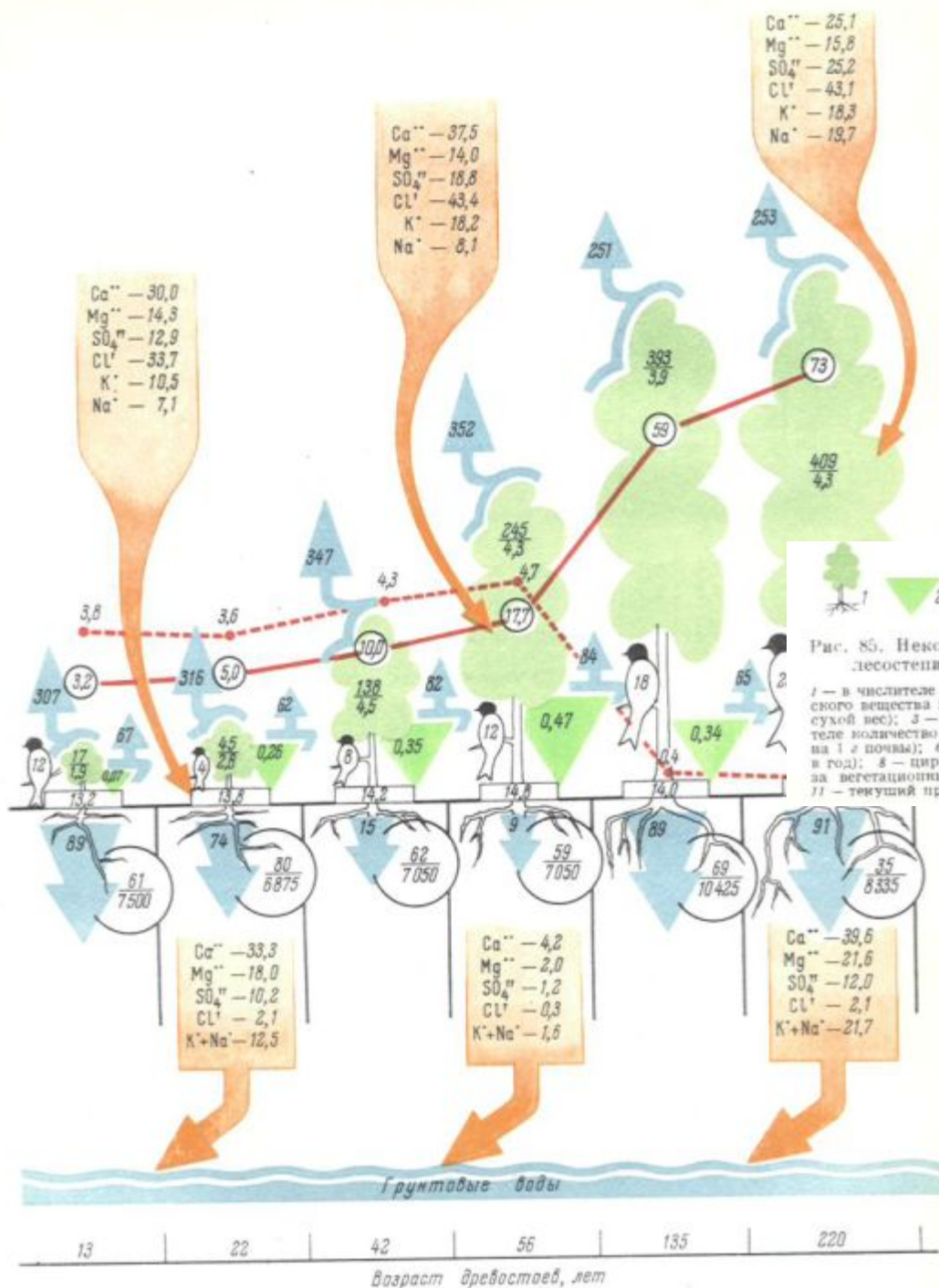


Климат умеренных широт характеризуется относительно **низким давлением** воздуха и **циклонической активностью**. Перемещение атмосферных вихрей (циклонов) в основном контролирует погодные условия, осадки, давление и температуру (сравнить с восходящими потоками встречных пассатов на экваторе). Доминируют **западные ветра** - «великий западный перенос», маскируемый циклонами и антициклонами и в сфере его влияния климат мягче и влажнее (запад Европы, Южное Чили юго-восток США и Канады) с умеренно-теплым летом (15-20°C) и положительными температурами зимой. На равнинах выпадает **500-600мм** осадков, а в горах на склонах западной экспозиции **2000-2500 (Скандинавия) до 3000-6000мм** (Аляска). **Континентальность** (внутренние области Евразии, Сев Америки) увеличивают контрастность климата. В эти области реже проникают теплые, влажные циклоны, зимой давление повышено (холодные антициклоны), в результате с запада на восток снижается количество осадков (**с 600мм (Москва) до 410 (Новосибирск) и 240 (Улан Батор)**) и зимние температуры (от-10 (Москва до **-40** (Центр. Якутия)), тогда как летняя температура повышается на **2-4°C**. На Дальнем Востоке (от Камчатки до Кореи), северо-востоке Китая и севере Японии *климат смягчается встречными муссонными ветрами* с моря в летнее время. На континенте основное количество осадков выпадает летом, а зима стоит ясная и морозная (Хабаровск). На Камчатке, Сахалине, Японии и западные и восточные ветра обогащены влагой, в результате значительные количества осадков (**1000-2000 мм**) выпадают и летом и зимой. Для широколиственных лесов (бук, дуб, ясьень, граб, липа) благоприятны мягкие климатические условия и достаточное количество влаги (западная Европа, восток Сев.Америки, Приморье, Корея, Сев-Восточный Китай, Сев. Япония, Южное Чили). На севере (тайга) они ограничены холодом, на юге (лесостепь)-нехваткой влаги, а со стороны континентов (восток, запад) – обоими факторами, поэтому в массе **широколиственные леса не встречаются, например, восточнее Урала..** Зимний (холодный) период определяет анабиозис для растений (**сброс листвы**, отмирание вегетирующих органов наземной фитомассы) и большинства животных (амфибии, рептилии,насекомые, отдельные теплокровные), а также сезонные миграции (птицы, млекопитающиеся). Несмотря на период покоя общая продуктивность и, соответственно биоразнообразию для широколиственных лесов остаются одними из наиболее высоких среди наземных биомов. Общая фитомасса варьирует от **600 до 6000 ц/га** как в листопадных тропических лесах при основной доле органического вещества в многолетней надземной фитомассе (древесине)(**73-75%**) и корнях (**25-26%**) и лишь **1-2%** зеленой массы.

Широколиственные леса умеренного пояса.

Прирост (чистая первичная продуктивность), равно как и опад: **60-250** ц/га год. При этом запасы подстилки невелики : **100-150** ц/га (за год мощный слой опада успеваает практически полностью разложиться), что соответствует довольно интенсивным темпам минерализации **ОВ ($k \approx 0,5-1 \text{ год}^{-1}$)**. Деструкция детрита на фоне хорошего увлажнения, и зимних пауз (анабиоза) в деятельности редуцентов, наличия рыхлых, часто карбонатных или вулканических **щелочных материнских** пород приводит к достаточно интенсивному образованию гумусовых веществ с **доминированием гуматов Са** и других щелочноземельных катионов. Формируется благоприятная комковато-зернистая **структура почв**, способствующая отводу избыточных вод и аккумуляции в доступном для растений обменном виде необходимых биофильных элементов. Распространены **бурые лесные** гумусово-аккумулятивные плодородные почвы, значительная часть которых распахано после сведения лесов в Европе и Восточной Азии. Среди широколиственных пород-доминантов: **дуб, бук, липа с примесью граба, клена, ясеня**, часто **лещины** в кустарниковом ярусе (Европа), в Азии и Сев Америке видовое разнообразие и плотность древостоя выше (**различные виды дуба, клена, платана, вяза, ясеня, ореха, тюльпанное дерево..**), **кустарники, лианы**. Потребление фитомассы осуществляют **копытные крупных и средних размеров** (зубр, благородный и пятнистый олень, лань, кабан,), **грызуны** (заяц, белка, соя, кутора, лесная и жертвогорлая мыши, лесная рыжая полевка, белоногий и золотистый хомяки, крот, землеройка, орешниковая соя..), **растительноядные птицы** (сойка, дрозды..), **крупные листогрызущие насекомые** и **древоточцы-ксилофаги** (жук-олень, жук-носорог, дальневосточный усач. И их личинки, **короеды**, гусеницы крупных бабочек (шелкопряд, бражники). Их численность контролируют **крупные, средние и мелкие млекопитающие-хищники и всеядные** (бурый, черный медведи, барibal, волк, лисица, барсук, еж, лесная куница, харза, горностаи, ласка), дневные и ночные **хищные птицы** (орел-беркут, большойц и малый подорлики, филин, серая неясыть, ястреб-тетеревятник, канюк, сокол-сапсан), насекомоядные птицы (дятлы, поползни, мухоловки, славки, пеночки, синицы), **пресмыкающиеся** (гадюка, уж, полоз, щитомордник) и амфибии (бурые лягушки, тритоны, саламандры..), **хищные насекомые** (жужелицы и стафилины, муравьи), многоножки (геофилы и косянки). Листовой опад и детрит измельчается и перерабатывается многочисленными насекомыми, почвенными беспозвоночными и червями (**дождевые черви** (*Lumbricus terrestris*)). Запас биофильных элементов в биомассе высокий **4000-5800** кг/га при основной доле, сосредоточенной в **древесных частях** (60-65%) и **корнях** (30-35%). Среди элементов доминирует **кальций и азот** (1100-1600 кг/га). Основные экологических проблемы антропогенная деградация при **вырубке лесов и переводе лесных земель в пахотные**. Сильное сокращение лесов в Европе при развитии цивилизации. Пожары (Дальний восток, Испания, Греция, Франция). Сокращение биоразнообразия под антропогенной нагрузкой, исчезновение ценных пород растений и промысловых видов животных, крупных насекомых и тд. Большая часть обитателей широколиственных лесов – в **Красных книгах**.

Тип круговорота: Азотно-кальциевый широколиственных лесов, среднесольный, высоко и среднепродуктивный, интенсивный или слегка заторможенный (Са, > N, > (Mg, Si, Al, Fe)).



Особенность большинства наземных экосистем – замкнутость круговорота химических элементов в их границах. Поэтому в тропических лесах на беднейших минералами и биофильными элементами выветренных почвах существуют самые продуктивные в мире экосистемы.

Рис. 85. Некоторые из важнейших биogeоценологических индексов осокво-бнтьевой дубравы лесостепи и их изменения в связи с возрастом древостоев (по данным Н. В. Дылиса)

1 — в числителе запас органического вещества в древесине стволов и ветвей в знаменателе запас органического вещества в листьях (в т/га сухой вес); 2 — запас органического вещества в травяном покрове (в т/га сухой вес); 3 — запас подстилки (в т/га сухой вес); 4 — число пар гнездящихся птиц на 1 га; 5 — в числителе количество дождевых червей (в экз. на 1 м²), в знаменателе количество микроорганизмов (в тыс. экз. на 1 г почвы); 6 — транспирация воды древостоем (в мм в год); 7 — испарение с травяного покрова (в мм в год); 8 — циркуляция воды в глубь грунта (в мм в год); 9 — внос минеральных веществ с осадками за вегетационный период (в кг/га); 10 — вынос минеральных веществ с грунтовыми водами (в кг/га); 11 — текущий прирост древесины (в т/га, сухой вес); 12 — освещенность между проемами (в %, от открытого места).

Кризис элементов в почвах и ландшафтах — сугубо антропогенное явление.

Бореальные хвойные леса (тайга)



Бореальные (северные) хвойные леса протянулись **непрерывной полосой через Евразию** (преимущ. Россия) и **Сев.Америку** (США, Канада, Аляска), образуя **единый пояс**. Шире всего он в Евразии в междуречье Енисея и Лены, а в Северной Америке – на Тихоокеанском побережье. Контрастный, часто континентальный климат характеризуется здесь продолжительными холодными морозными зимами с обильным снеговым покровом, достаточно коротким иногда достаточно жарким летом, а в некоторых районах – прохладным с сохранением вечной мерзлоты почв. Достаточно осадки (**400-600мм** внутри континентов до **1000** и более в приморских районах) **превышают испарение**, в результате чего развиваются **подзолистые почвы** с элювиально-иллювиальной дифференциацией профиля или **мерзлотно-таежные в районах с вечной мерзлотой и горно-таежные** в таежных высокогорьях Восточной Сибири и Дальнего Востока. Биоразнообразие и продуктивность тайги несколько ниже чем в широколиственных лесах по причине увеличения продолжительности холодного сезона и общей суровости климата. Общая фитомасса варьирует от **600 до 4000 ц/га** при увеличении до **5-7%** доли зеленых частей (хвои), **70-72%** доле древесины и **22-23%** корней. Среди древесных пород как правило доминирует один вид в зависимости от местных эдафических и гидрологических условий: **темнохвойные породы** – влаголюбивая ель на достаточно богатых суглинистых и глинистых почвах, пихта (влажные наветренные склоны гор), **светлохвойные**: нетребовательная к плодородию и влаге сосна на бедных песчаных почвах, толерантная к **вечной мерзлоте** лиственница, сибирский кедр (кедровая сосна) в Евразии (России). Для Северной Америки набор хвойных пород богаче: ель белая или **канадская**, ель **черная**, **тсуга**, **дугласия**, **туя**. На вырубках и гарях хвойные породы временно заменяются вторичными лесами из **мелколиственных деревьев** (береза, осина, тополь). В южной тайге условно коренными устойчивыми ассоциациями являются смешанные хвойно-широколиственные леса, например **сложные боры** (дипо-дубо сосняки Подмосковья), **субори**, **сугрудки** и тд.

Бореальные хвойные леса (тайга)

Прирост (чистая первичная продуктивность), и опад составляют **40-200 ц/га** год. Растения вечнозеленые с опаданием хвои раз **в3-5 лет**. При этом запасы подстилки достигают **300-450 ц/га** и выше, поскольку хвойный опад содержит труднорастворимые компоненты (воски, смолы, лигнин, фенольные соединения, да и климатические условия не способствуют быстрым темпам разложения, в результате константы деструкции существенно меньше, чем в широколиственных лесах ($k \approx 0,1-0,6 \text{ год}^{-1}$). **Кислый состав опада и материнских пород** на фоне промывного режима почв обуславливает проявление подзолообразовательного процесса на который накладывается сопутствующий дерновый и (или) торфяной аккумулятивный а также криогенные процессы (мерзлотно-таежные почвы и наличие плотных плохопроницаемых горизонтов **вечной мерзлоты или горных пород** (мерзлотно-таежные, горные таежные почвы). В целом плодородие почв и их устойчивость ниже по сравнению с бурыми, поэтому восстановление продуктивных таежных экосистем при сведении хвойного леса или пожарах осуществляется через стадии вторичных сукцессий или заболачивания с аккумуляцией детрита и гумуса в дерновом и болотном процессах. Животные приспособлены к холодам (**густой мех, пошерсток**) и обильному снеговому покрову (**широкие копыта и лапы, «лыжи»**). Часты кочевки и миграции, зимние спячки (анабиоз). Потребление фитомассы осуществляют **млекопитающие** (лось, олени, кабан, кабарга, косуля), **грызуны** (заяц, белки, бурундук, мыши, землеройки..), растительноядные птицы (**боровая дичь** (глухарь, рябчик, тетерев, дикуша, кедровка, клест..), **насекомые** (гусеницы бабочек, жуки-листоеды, короеды и их личинки (пяденицы, сосновый пилилщик, совки). На корню разрушают древесину и корни **многочисленные грибы** (опенок, трутовики, корневая губка.. гнили). Численность фитофагов и других животных контролируют разнообразные **хищники** (медведи, волк, лисица, росомаха, рысь, соболь, харза, ласка, выдра), дневные и ночные **хищные птицы** (орел-беркут, орланы (белоплечий, белоголовый, белохвост), скопа, ястреб-тетеревятник, филин, серая неясыть, ушастая и ястребиная сова, канюк, сокол-сапсан, кречет, чеглок..), **насекомоядные птицы** (дрозды, славки, сверчки, горихвостки, синцы, пищуха, поползни..), **пресмыкающиеся** (гадюка, уж, полоз, щитомордник, медянка) и **амфибии** (жабы, лягушки..), хищные насекомые (**муравьи**). Запас биофильных элементов в биомассе снижается **1000-3000 кг/га** при этом значительная часть (до **20-25%**) сосредотачивается в **хвое**, при основной доле (**48-50%**) в древесине и 30-35% в корнях. Среди элементов доминирует **азот** (350-600 кг/га).

Основные экологические проблемы **антропогенная деградация при вырубке лесов и пожарах, загрязнение атмосферы**. В целом бореальные леса вырублены в наименьшей степени и в них сохраняется высокое природное биоразнообразие. **Тип круговорота: Кальциево-азотный таежных лесов, низко и средне-зольный, средне и мало-продуктивный, заторможенный и сильно-заторможенный** ($N > Ca, > (Si, Mg, Al, Fe)$).

Триггерный характер роста и сукцессий лесных экосистем (моделирование)

Удельный рост древостоя ($n(t)$), определенный по древесным кернам, описывается логистической функцией

$$n(t) = N / K = \frac{1}{1 + a \cdot \exp(-rt)}$$

, где a – эмпирический параметр, r – искомый мальтузианский параметр роста. Используя программу S-Plot, оценим мальтузианский параметр роста r по экспериментальным данным:

t, год	n(t)
0	0
10	0,14
13	0,36
18	0,61
23	0,82
37	0,95
53	0,99
70	1

Ответ: $r = 0,2394 \text{ год}^{-1}$

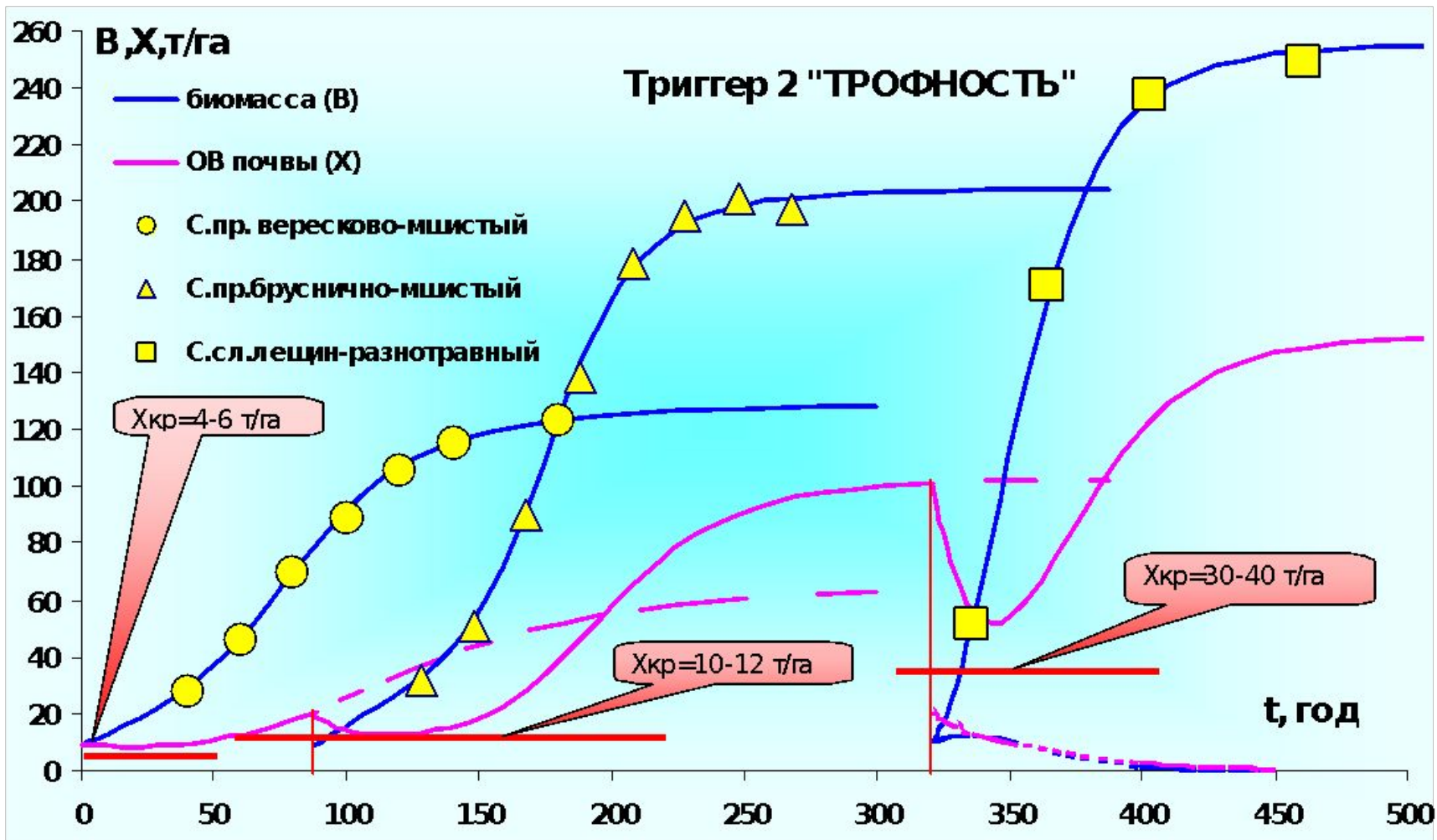
Триггерный характер роста и сукцессий лесных экосистем (моделирование)

Используя программу Matlab и оцененный в предыдущей задаче мальтузианский параметр роста r , провести численный эксперимент с триггерной моделью роста древостоя в зависимости от уровня увлажнения почвы (k – константа отмирания древостоя и опада, год^{-1} , K – емкость среды, т/га, W – запас почвенной влаги, мм, W_s – запас влаги в состоянии насыщения почвы, W_r – запас влаги в состоянии устойчивого завядания древостоя, P – годовые осадки, мм/год, g – константа водообмена в почве, год^{-1}):

$$\frac{dC}{dt} = rC \frac{(W - W_r)}{W_s} - k \frac{C^2}{K}; \quad \frac{dW}{dt} = P - gW$$

•
Значения параметров модели: $k=0,02 \text{ год}^{-1}$, $K=60 \text{ т/га}$, $W_s=600\text{мм}$, $W_r=300\text{мм}$, $g=1,0 \text{ год}^{-1}$, начальные запасы биомассы $C_0=50 \text{ т/га}$, влаги $W_0=100 \text{ мм}$, временной промежуток ($tspan$) 0-200лет. При каком минимально возможном из уровней осадков $P=200, 300, 400, 600 \text{ мм}$ начнется рост древостоя.

Ответ: $P= \underline{300} \underline{\text{мм}}$



Параметры модели: Первичная сукцессия (С. вереск. мшист.): $r=0,25$, $k=0,1$, $k_2=0,01$, $\gamma=0,02$ год⁻¹ $\alpha=6$, $K=100$,

$V_0, X_0=9$ т/га; Второе поколение (С. брусн. мшист.): $r=0,25$, $k=0,1$, $k_2=0,02$, $\gamma=0,04$ год⁻¹ $\alpha=10$, $K=160$, $V_0=9$, $X_0=19$ т/га; Сукцессия с прост. в с. сложн.: $r=0,3$, $k=0,1$, $k_2=0,03$, $\gamma=0,05$ год⁻¹ $\alpha=24$, $K=160$, $V_0=10$, $X_0=100$ т/га

▲ ■ ● – реальные данные