

ДИНАМИЧЕСКИЕ МОДЕЛИ ПОЧВЕННОЙ СИСТЕМЫ В СТРУКТУРЕ МОДЕЛЕЙ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Чертов О.Г.

¹*Бингенский политехнический университет, Бинген на Рейне, Германия*

oleg_chertov@hotmail.com

Аннотация: На примере моделей динамики органического вещества почв рассматриваются варианты включения моделей почвенной системы в структуру различных типов динамических моделей лесных экосистем и лесных насаждений.

Динамические модели наземных экосистем очень часто ограничиваются весьма упрощенным представлением почвы как фактора среды, характеризующего эдафические условия местообитания и остающегося константным при развитии растительного сообщества. Такой подход был удовлетворителен в ранних гЭП-моделях и до сих пор используется в лесоводственных моделях прироста стволовой древесины. Однако хорошо известно, что сукцессионная динамика экосистем является собою синхронное изменение растительности, почвы и всей биоты, определяющей функционирование продукционного и деструкционного компонентов экосистемы.

Развитие моделирования почвы началось со времен становления научного почвоведения в XIX веке, вначале с акцентом на процессы формирования почвенного перегноя, сменившимся впоследствии интересом к процессам его минерализации, и к гидротермическому режиму почв. В настоящее время модели динамики органического вещества почв (МОВ) позволяют уже достаточно детально вычислять компоненты баланса углерода и азота, изменение процессов минерализации опада и гумуса и собственно гумификации, включая и почвообразующую активность почвенной фауны (Komarov et al., 2017).

В современных моделях экосистемного уровня чаще всего представлены МОВ, фактически динамики C, N и реже P, а также водно-теплогового режима. Динамика других элементов в почве пока отражается в единичных случаях (Wallman et al., 2005; Komarov et al., 2012).

По характеру использования МОВ в структуре современных моделей они могут быть разделены на две группы: без обратной связи к динамике растительности и с обратной связью. Примером первых служат лесоводственные модели хозяйственной продуктивности леса с пересчетом таксационных параметров конверсионными функциями в пулы углерода и лесного опада, как например в EFISCEN (Nabuurs et al., 2000) и MELA (Hirvelä et al., 2017). В этом случае МОВ просто пристраивается к структуре основной модели и запускается пулом опада из основной модели для вычисления эмиссии CO₂ в атмосферу и для оценки секвестрации углерода в почве. Изменения почвы в этих моделях никак не влияют на динамику растительности.

В процессных моделях с обратной связью к растительности МОВ функционально встроены в структуру модели, как например, в моделях Century (Parton et al., 1988) и EFIMOD (Komarov et al., 2003). Основным драйвером обратной связи служит доступный азот почвы, продуцируемый при полной минерализации органического вещества опада и гумуса. Этот азот и влияет на продуктивность растительности. По способу отражения роли азота в продуктивности растений процессные модели делятся также на две группы:

- модели, где азот рассматривается как внешний фактор (так же как температура и влажность) и учитывается поправочными коэффициентами к базовой функции роста (Kellomäki et al., 1993; Seidl et al., 2012);

- модели, где азот представляет собою ресурс для синтеза биомассы растений (Komarov et al., 2003), по которому рассчитывается прирост биомассы с использованием

видоспецифичных параметров потребности в азоте на основе данных по его концентрации в органах растений как количественное выражение существующего в геоботанике деления растений по трофности от олиготрофов до нитрофилов.

Как показал опыт работы с использованием МОВ в структуре моделей экосистем (Комаров и др., 2007), в рамках полной модели экосистемы становится возможным проводить более детальную и обоснованную калибровку также и почвенных моделей. Как правило, методика калибровки моделей обсуждается редко. Основным методическим приемом является варьирование величин недостаточно обоснованных параметров и процессов, избегая манипуляций с «надежными» параметрами, полученными в эксперименте. При калибровке собственно МОВ обращается внимание только на почвенные параметры. Калибровка МОВ в экосистемных моделях с обратной связью между почвой и растительностью, хотя и более сложна, но более информативна в связи с анализом, как параметров почвы, так и растительности, то есть, в этом случае принимается во внимание реакция всей экосистемы на изменение почвенных процессов.

Литература

- Комаров А.С., Чертов О.Г., Надпорожская М.А., Быховец С.С., Грабарник П.Я., Зудин С.Л., Андриенко Г., Андриенко Н., Припутина И.В., Зубкова Е.В., Морен Ф., Бхатти Дж., Михайлов А.В. Моделирование динамики органического вещества в лесных экосистемах. - Москва, Наука. - 2007. - 380 с.
- Hirvelä H., Härkönen K., Lempinen R., Salminen O. MELA2016 Reference Manual. Natural Resources Institute Finland, Helsinki. - 2017. - 547 pp.
- Kellomäki S., Väisänen H., Strandman H. FinnFor: a model for calculating the response of the boreal forest ecosystem to climate changes // Research Note No 6. Faculty of Forestry, University of Joensuu, Finland. – 1993. - 120 pp.
- Komarov A.S., Khoraskina Yu.S., Bykhovets S.S., Bezrukova M.G. Modelling of soil organic matter and elements of soil nutrition dynamics in mineral and organic forest soils: the ROMUL model expansion // Procedia Environmental Sciences. - 2012. - Vol. 13. - P. 525–534.
- Komarov, A., Chertov, O., Zudin, S., Nadporozhskaya, M., Mikhailov, A., Bykhovets, S., Zudina, E., Zoubkova. EFIMOD 2 - A model of growth and elements cycling in boreal forest ecosystems // Ecological Modelling - 2003. – Vol. 170. - P. 373-392.
- Komarov, A., Chertov, O., Bykhovets, S., Shaw, C., Nadporozhskaya, M., Frolov, P., Shashkov, M., Shanin, V., Grabarnik, P., Pripulina, I., Zubkova, E. Romul_Hum model of soil organic matter formation coupled with soil biota activity. I. Problem formulation, model description, and testing // Ecological Modelling. - 2017. – Vol. 345. - P. 113–124.
- Nabuurs G.-J., Schelhaas M.-J., Pussinen A. Validation of the European Forest Information Scenario Model (EFISCEN) and a projection of Finnish forests // Silva Fennica. – 2000. – 34. – P. 167-179.
- Seidl R., Rammer W., Scheller R.M., Spies T.A., An individual-based process model to simulate landscape-scale forest ecosystem dynamics // Ecological Modelling. - 2012. – Vol. 231. - P. 87-100.
- Parton W.J., Stewart J.W.B., Cole C.V. Dynamics of C, N, P and S in grasslands soils: a model // Biogeochemistry. - 1988. - Vol. 5. - P. 109–131.
- Wallman, P., Svensson, M., Sverdrup, H., Belyazid, S., ForSAFE – an integrated process-oriented forest model for long-term sustainability assessments // Forest Ecology and Management. - 2005. – Vol. 207. – P. 19-36.