

терна сырьевая природно-ресурсная ориентация экономики, показала, что в большинстве из них доля учтенных затрат природного капитала за счет негативного воздействия на природные среды превышает среднероссийский уровень (3,19 % от ВРП в 2009 г.). Выявлена структура этих затрат, с максимумом в горнодобывающей отрасли (ИПРЭЖ СО РАН).

Ученый секретарь Научного совета РАН
по проблемам экологии и чрезвычайным
ситуациям, д.т.н., проф. **А.П. Белоусова**

89-44 / 01.02.2010 ДИЛ.4

БП
2

ГИМС-ТЕХНОЛОГИЯ В ДИСТАНЦИОННОМ МОНИТОРИНГЕ
ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Д.ф.-м.н. **Кравинн В.Ф.**

им. В.А. Котельникова РАН),

К.т.н. **Потапов И.И.**

(Всероссийский институт научной и технической информации РАН)

Рис.
Ряды дант.

GISMS-TECHNOLOGY FOR REMOTE MONITORING
OF THE FOREST ECOSYSTEMS

Kravinn V.F., Potapov I.I.

Лесная экосистема, почвенно-растительная формация, банк данных, ГИМС-технология, радиотелерадиометрия
Forest ecosystem, soil-plant formation, database, GISMS-technology, production, remote radiometry

Рассмотрены задачи оценки базовых характеристик лесной экосистемы по данным дистанционных измерений и математического моделирования. Перечислены биометрические и радиотелерадиометрические характеристики и указаны способы количественной их оценки. Указан алгоритм расчета биометрических и радиотелерадиометрических характеристик лесной экосистемы по данным спектральных измерений.

Tasks of the assessment of basic characteristics for the forest ecosystem are considered on the base of remote measurements data and mathematical modeling. Biometrical and production characteristics are listed and methods for quantitative evaluation of them are submitted. Algorithm for the calculation of biometrical and production characteristics for the forest ecosystem is given for data of spectral measurements.

Микроволновый мониторинг растительности

Решение большинства прикладных задач лесного хозяйства и многих других сфер человеческой активности, направленной на охрану лесов, связано с определенными трудностями эффективного контроля состояния почвенно-растительных формаций (ПРФ). В течение нескольких последних лет среди таких глобальных задач широко обсуждается проблема парникового эффекта по причине увеличения концентрации CO₂ в атмосфере [1-4]. Знание состояния ПРФ позволяет рассчитывать пространственное распределение интенсивностей стока углерода и тем самым получить достоверные оценки парникового эффекта. Особое место здесь занимают лесные экосистемы.

Как известно, микроволновая радиометрия играет важную роль в получении оперативных данных о состоянии ПРФ. Однако здесь возникают дополнительные задачи, связанные с обработкой данных дистанционных измерений и идентификации характеристик ПРФ. Как отмечено в [4], одной из таких задач является изучение эффектов ослабления электромагнитных волн микроволнового диапазона (ЭВМД) в слое растительности. Опыт многих исследований показал, что решение этой задачи возможно путем построения полумпирических моделей, базирующихся на лабораторных и полевых измерениях и алгоритмах пространственно-временной интерполяции данных спутниковых наблюдений. В работе [2] показано, что совместное применение

ГИС-технологии и таких моделей позволяет создать новую технологично геоэкологического информационного мониторинга, обладающую функциями структурно-функциональной адаптации совокупности полуматричных моделей к обновляемой базе биогеоэкологических данных. Эта технология получила название ГИС-технологии в соответствии с формулой ГИС=ГИС+Модель.

ГИС-технология предлагает сбалансированную схему совместного использования данных наблюдений, алгоритмов пространственно-временной интерполяции, компьютерной картографии и моделей для реконструкции пространственных распределений радиационных характеристик ПРФ с учетом динамики их параметров. На схеме рис. 1 представлена концепция ГИС-технологии, ориентированная на изучение лесных экосистем. Согласно [3] использование полуматричных моделей, базирующиеся на спутниковых измерениях таких характеристик растительности, как NDVI (Normalized difference vegetation index), RWI (plant water indexes), LAI (the leaf area index), SRVI (the simple ratio vegetation index) и CSI (the canopy structure index) позволяет установить зависимость между яркостными характеристиками и такими параметрами растительного покрова, как биомасса и продуктивность. Для лесной растительности предоставляется возможность учета геометрической структуры леса, высоты и плотности полога, его альbedo и влажосодержания.

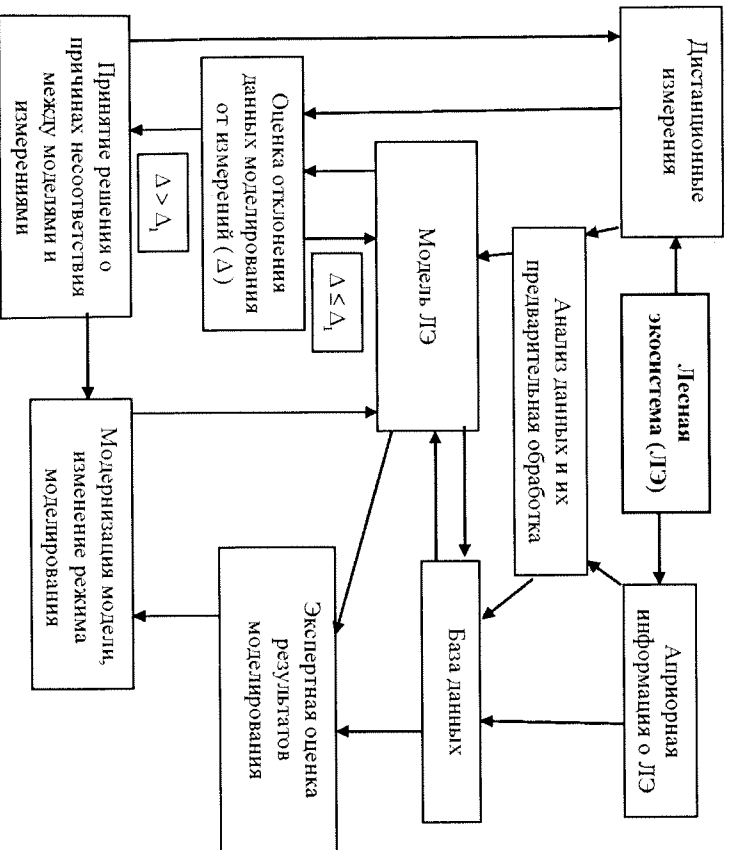


Рис. 1. Схематическое представление ГИС-технологии в задаче оценки состояния лесной экосистемы. Обозначение: ГИС – гибкая информационно-моделирующая система.

Количественная информация о ПРФ может быть получена в режиме спутникового мониторинга в трассовом пространстве с помощью устройств оптического, ближнего инфракрасного и микроволнового диапазонов. ГИС-технология обеспечивает объединение всех потоков данных путем расчета коэффициентов модели и получения новой информации. Датчики микроволнового диапазона поставляют также данные о содержании влаги в растениях и почве, что позволяет параметризовать водный баланс территории и повысить точность модели биопроductивности растительного покрова. В результате повышается точность оценки роли растительности в тепловом режиме системы «атмосфера – растительность – почва».

Оценка биометрических и продукционных характеристик растительности по данным дистанционных наблюдений

Определение биометрических характеристик лесной экосистемы является важным этапом мониторинга окружающей среды при решении задач парникового эффекта, сосредоточенных в основном на оценке стока атмосферного CO₂ над территориями лесов. Наиболее информативными биометрическими характеристиками, используемыми в различных параметризациях глобального биогеохимического круговорота углерода, являются высота дерева, максимальный диаметр кроны, высота до максимального диаметра кроны, высота до начала кроны, диаметр дерева на высоте 1,3 м, протяженность и средний диаметр овеищенной части кроны, объемы ствола и кроны, плотность стволов в пикселе и др. Оценка биометрических характеристик растений требует знаний об их физиологии, которая характеризуется такими признаками как продуктивность, индекс листовой поверхности, скорость роста, сезонная ритмика и адапционные возможности к стрессовым нарушениям параметров окружающей среды. Сложность возникновения при этом проблем определяется тем обстоятельством, что растения интерактивно связаны с окружающей средой, являясь одним из регуляторов ее абioticных и биотических факторов

Поскольку хозяйственная эксплуатация лесов неизбежна, то одной из проблем современной биологической является разработка технологичной сбалансированного лесовосстановления. Здесь важно обладать знанием какой структура молодняка может возникнуть на вырубках, и каков ход возрастных сукцессий. Более того, необходимо планировать соотношение лесонасаждения с естественным воспроизводством леса. Для решения возникающих здесь задач необходимо создавать модели лесовосстановления, чтобы можно было выявлять условия устойчивого, длительного и критического состояния молодняков, а также выбирать наиболее целесообразное время для хозяйственного воздействия на лесной биогенез с учетом прогноза его возрастной сукцессии и будущей структуры. Наряду с моделированием процесса лесовосстановления необходимо осуществлять наблюдения за контролируемыми рубками, чтобы иметь данные для верификации модели. Реализация возникающих здесь задач посвящен европейский проект ТМ (Tree growth Models), нацеленный на развитие комплекса моделей лесных экосистем, ориентированных на различных потребителей лесной продукции.

Последние достижения систем дистанционного мониторинга растительных покровов связаны с успешным определением таких характеристик, как:

1) NDVI (Normalized Difference Vegetation Index) – показатель относительной яркости растительного полога, рассчитываемый по данным измерений в двух ка-