

Программный комплекс анализа и моделирования вариации растительного покрова на примере полуостровов Ямал и Гыдан

ГОВОРКОВ ДЕНИС АЛЕКСАНДРОВИЧ
Тюменский научный центр СО РАН (Тюмень), Россия
e-mail: dagovorkov@mail.ru

ЦИБУЛЬСКИЙ ВЛАДИМИР РОМАНОВИЧ
Тюменский научный центр СО РАН (Тюмень), Россия

СОЛОВЬЕВ ИЛЬЯ ГЕОРГИЕВИЧ
Тюменский научный центр СО РАН (Тюмень), Россия

Рассматриваемый далее программно-информационный инструментарий анализа динамики растительного покрова вследствие климатических вариаций температурного факторов объединяет три составляющих:

1. Геоинформационные образы данных растительных формаций обследуемой территории. В нашем случае в основе электронной карты положена геоботаническая карта «Растительность Западно-сибирской равнины» масштаба 1:1500000 изданная под руководством академика В. Б. Сочавы [Карта, 1976].

2. Таблицы атрибутивных данных о видовом и количественном составе растительности обследуемой территории (полуострова Ямал и Гыдан) отдельно для каждой формации.

3. Программа вычислительного анализа, осуществляющая моделирование возможных изменений растительных формаций при вариации температурного фактора. Реализация первых двух составляющих возможна с использованием программных модулей векторного отображения картографических образов и табличного представления данных. Пример алгоритмической реализации третьей составляющей представлен в работах [Говорков, Соловьев, 2015; Арефьев и др., 2017]. В данной работе рассматривается реализация трех указанных составляющих в виде единого программного комплекса с интерактивным визуально-графическим интерфейсом.

Функциональное наполнение программного комплекса определяется списком решаемых задач.

1) Анализ видового разнообразия в пределах заданных формаций.

Основным источником данных является таблица степени присутствия видов в пределах выделенных формаций. Формирование таблицы производилось на основе ландшафтно-геоботанических исследований проведённых институтом проблем освоения Севера СО РАН [Цибульский и др., 1995]. Списочный состав видов в пределах территории полуостровов Ямал и Гыдан составляет 517 наименований, привязанных к 47 формациям (включая в совокупности 1244 полигона).

Анализ разнообразия производится с помощью инструментария формирования выборки по таблице степени присутствия видов по следующим признакам:

- биологическая принадлежность вида – порядок, класс, отдел, группа, вид;

- жизненная форма произрастания – мхи, лишайники, травы, кустарнички, кустарники, деревья;
- набор формаций для которых проводится анализ – из различных широтных зон, подзональных категорий, фратрий и т.д.

Выборка данных по интересующим видам на выделенных формациях сопровождается отображением на векторной карте с возможностью выбора режима отображения и тематического окраса полигонов формаций, а именно:

- в соответствии со степенью присутствия выделенного вида в пределах формаций его произрастания;
- по количеству редких видов, наиболее распространенных видов и всех видов в целом по всем полигонам рассматриваемой территории.

2) Визуально-графический анализ картографических образов полигонов формаций.

Данный анализ позволяет дополнить исследования видового разнообразия и подготовить базу для моделирования вариации растительности. На основе векторных слоев карт, а также с учетом ландшафтно-литологических характеристик формаций выделяются ландшафтно-подобные группы формаций в различных широтно-температурных зонах. Атрибутивная информация по формациям включает их иерархическое деление согласно принятой классификации [Ильина и др., 1985]. Пример использования данного функционала представлен в работах [Говорков, Соловьев, 2015, Арефьев и др., 2017].

3) Анализ ареалов распространения видов с учетом их устойчивости к температурным возмущениям (метод С. П. Арефьева).

Информация о видовом и количественном составе в границах формаций позволяет проводить анализ ареалов обитания видов и строить показатели их климатической устойчивости. Для этого таблица видов и карта формаций дополняются данными для отображения:

- количества широтных зон в которых присутствует вид;
- центров ареалов видов – это формации (широтные зоны) в которой вид имеет наибольший показатель климатической устойчивости;
- показателей устойчивости в формациях присутствия вида, уменьшающихся к границам ареала.

Таким образом учитывается, что виды с большим ареалом обитания имеют большую устойчивость к температурным возмущениям в центре ареала, более подвержены к вариациям степени присутствия на северной и южной границах ареала обитания.

4) Моделирование вариаций видового состава формаций при изменении температурного фактора.

Данный функционал обеспечивает работу с набором данных, необходимым для построения и расчета модели изменчивости растительности формаций при вариации температуры:

1. График хождения температуры на заданном интервале времени, исчисляемый в отклонениях от средней температуры на периоде;
2. Стационарное (равновесное) состояние популяций в каждой формации описывается т.н. опорным вектором, состоящим из значений степени присутствия каждого вида в формации, зафиксированных в условиях отсутствия температурных возмущений. Данный вектор формируется по данным исходной таблицы видового разнообразия.
3. Моделирование производится для формаций, образующих т.н. ландшафтно-подобные группы (ЛППГ). Выделение данных групп обосновывается предположени-

ем, что при потеплении флористические образы формаций более южных зон будут воспроизводиться в пределах границ формации сопрягаемых северных зон. Формирование групп производится на основе анализа сходных ландшафтно-литологических условий произрастания в формациях различных широтных зон. Итоговый набор данных для моделирования включает набор опорных векторов степени присутствия видов для всех формаций, входящих в выделенную ЛППГ.

4. Показатели скорости самовосстановления вида, характеризующие скорость с которой каждый вид реагирует на температурные возмущения.

5. Данные из таблицы показателей климатической устойчивости для каждого вида используются для задания интервалов зон нечувствительности, определяющим порог начиная с которого вид начинает реагировать на температурные возмущения.

5) Анализ изменчивости видов при вариации температурного фактора.

Результаты моделирования изменения степени присутствия видов при вариации температурного фактора отображаются в виде таблицы, включающей значения степени присутствия всех видов (строки таблицы) выделенной формации в каждый момент времени (столбцы таблицы). Анализ результатов производится на основе характерных временных графиков вариации:

- относительной температуры;
- степени присутствия выделенного вида;
- показателя изменчивости вида, рассчитываемого по формуле:

где i – номер вида, t – номер момента времени, V_i – рассчитываемый показатель изменчивости, $V_{i,t}$ – вариация степени присутствия вида, $V_i^{\text{ср}}$ – среднее значение степени присутствия вида на всем временном интервале, K – нормирующий коэффициент на среднее значение присутствия.

- показателя изменчивости в среднем по формации, рассчитываемого по формуле:

где n – количество видов в формации.

Пример интерфейса программного комплекса для решения задачи анализа изменчивости видов при вариации температурного фактора представлен на рис. 1.

Рис. 1 Экран интерфейса анализа изменчивости видов при вариации температурного фактора

Список источников и литературы:

1. Арефьев С. П., Глазунов В. А., Говорков Д. А., Московченко Д. В., Соловьёв И. Г., Цибульский В. Р. Модель и анализ климатогенной динамики растительного покрова на примере данных полуострова Ямал. // Математическая биология и биоинформатика, 2017, т. 12. № 2. с. 256 – 272.
2. Говорков Д. А., Соловьев И. Г. Геоинформационные инструменты анализа и моделирования трансформации видового и количественного состава растительного покрова полуострова Ямал // Вестник кибернетики, 2015, № 1 (17), с. 24–28.
3. Ильина И. С., Лапишна Е. И., Лавренко Н. Н. и др. Растительный покров Западно-Сибирской равнины – Новосибирск: Наука, 1985, 251 с.
4. Карта “Растительность Западно-Сибирской равнины”, под общ. ред. ак. В. Б. Сочавы. - М.: ГУГК, 1976.
5. Цибульский В. Р., Валеева Э. И., Арефьев С. П. и др. Природная среда Ямала. В 2-х томах, т.2. - Тюмень: Изд-во ИПОС СО РАН, 1995, 104 с.