

РАЗРАБОТКА WEB-ПРИЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ВЫЧИСЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКОЙ ПРОДУКТИВНОСТИ ЭКОСИСТЕМ

Ковалёв Д.Е.¹, Попов В.Н.², Волков Ю.В.³

¹ Томский политехнический университет, ИШИТР, 8ВМ21, e-mail: dek17@tpu.ru

² Томский политехнический университет, ИШИТР, доцент

³ Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, зам. директора по научной работе

Введение

Экосистема играет жизненно важную роль в выживании и благополучии всех живых организмов на Земле. Ее качество напрямую влияет на доступность ресурсов, биоразнообразие и регулирование климата. Для поддержания баланса и устойчивости экосистемы важно понимать ее плодородие и факторы, влияющие на него. Поэтому задача вычисления биологической продуктивности экосистем является актуальной, а для ее решения требуется разработка алгоритмов и программных средств для расчета и визуализации биологической продуктивности [1].

Целью данной работы является разработка web-приложения для вычисления биологической продуктивности экосистем.

Метод расчета биологической продуктивности

Продуктивность экосистем отражает способность продуцентов накапливать солнечную энергию в виде органического вещества в соответствии с ландшафтно-гидролого-климатическими условиями местообитания. Биопродуктивность в сочетании с социально-экономическими факторами определяет экологическую емкость территории. Пространственное моделирование биопродуктивности природных экосистем создает основу для количественной оценки потенциального поглощения CO₂, что в настоящее время считается наиболее актуальной экологической задачей.

Многочисленными исследованиями выявлено, что взаимосвязи характеристик растительного покрова и данных дистанционных измерений носят локальный характер. Это обусловлено пространственной изменчивостью спектрально-отражательных характеристик растительного покрова, что затрудняет спутниковое картографирование растительности больших территорий. Для решения этой проблемы используются современные методы классификации с обучением, но и такие подходы неэффективны в случае, если разные классы, находящиеся в удаленных друг от друга регионах, имеют схожие спектрально-отражательные характеристики.

Проблема распространения биоценозов рассматривается с точки зрения моделирования геопотенциала биотопов. В представленном алгоритме (рис. 1) моделируется потенциальное распространение биоценозов, отражающее внутренний аттрактор развития биоценозов, обусловленный локальными гидроклиматическими условиями произрастания [2].

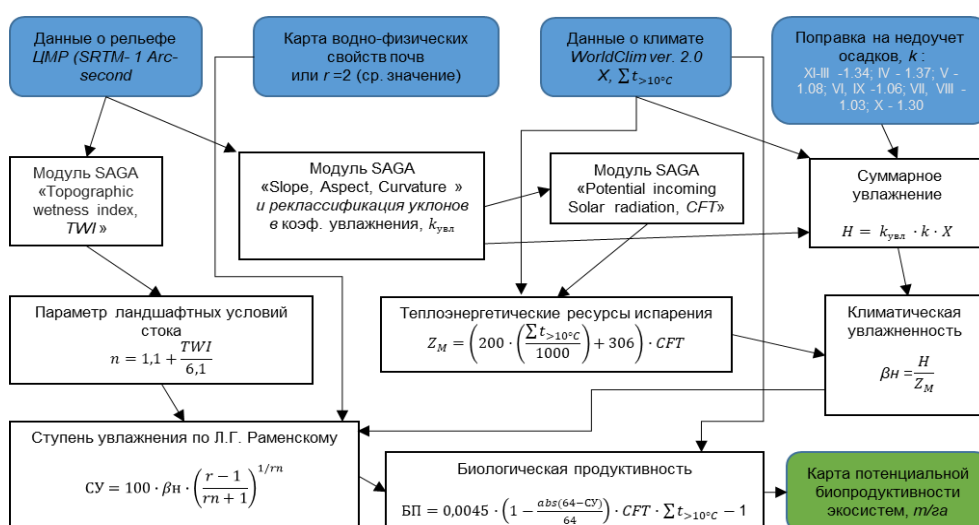


Рис. 1. Алгоритм вычисления биологической продуктивности

Алгоритм вычисления биологической продуктивности

В разработанном приложении использовались не основные входные данные, а их производные, а именно данные коэффициента инсоляции (CFT), параметра ландшафтных условий стока воды (n), суммарного увлажнения (H), и суммы температур воздуха выше 10 °С ($\Sigma t_{>10^{\circ}\text{C}}$). Входными данными являются растровые карты, описывающие один из параметров.

В итоге расчет параметра биологической продуктивности (БП) сводится к последовательному вычислению функций. Упрощенный алгоритм расчета представлен на рис. 2.

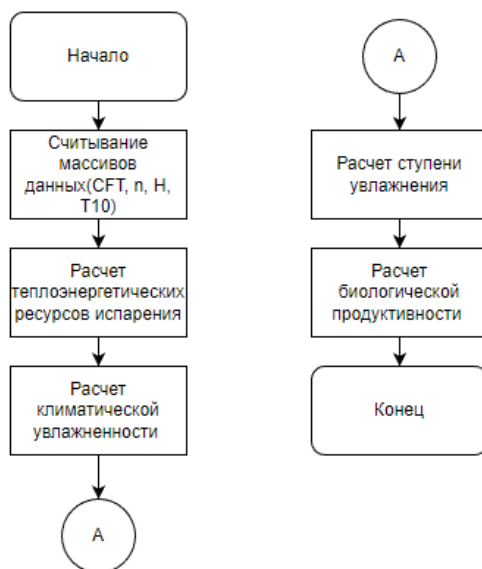


Рис. 2. Упрощенный алгоритм расчета биологической продуктивности

Также приложение позволяет рассчитывать такие параметры как степень увлажнения, климатическая увлажненность и теплоэнергетические ресурсы испарения.

Web-приложение для вычисления биологической продуктивности

В Web-приложении биологическая продуктивность и другие параметры для наглядности представлены в виде тепловых карт. Для расчёта тепловой карты какого-либо параметра необходимо представить 4 файла формата .tif с входными массивами данных, а также указать тип тепловой карты и номер сектора.

Регионом исследования является Байкальская природная территория, включающая Иркутскую область и Республику Бурятия до 60° с.ш. Результат работы алгоритма представлен на рис. 3.

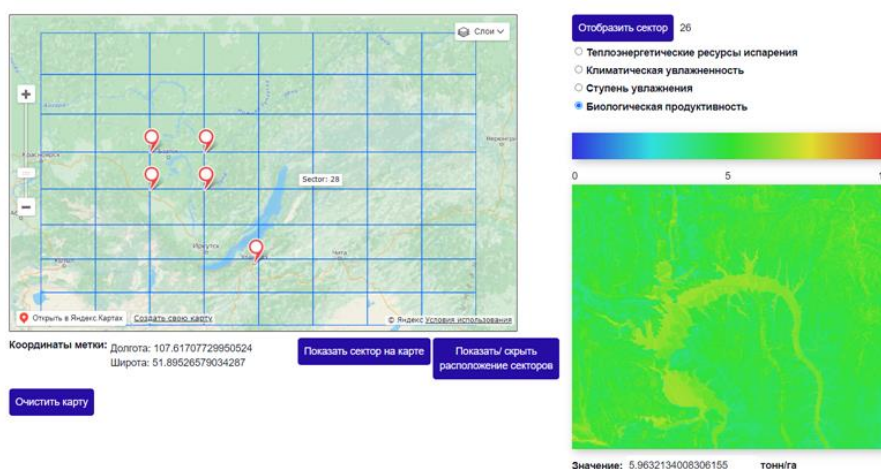


Рис. 3. Пример отображения тепловой карты

В приложении отображена Яндекс карта, на которую наложена сетка с секторами. На Яндекс карте можно отобразить координаты сектора, нажав на соответствующую кнопку, а также можно расположить дополнительную метку для определения координат. Также в интерфейсе присутствует поле для ввода номера сектора и список для выбора типа тепловой карты. Далее отображены шкала и рассчитанная тепловая карта. Нажав на конкретный участок тепловой карты, можно узнать о значении его параметра, который отображается под тепловой картой.

Web-приложение разрабатывалось на языке программирования Java с использованием фреймворка Spring boot. Для отображения карты и объектов на ней использован API Яндекс.Карт.

Заключение

Результатом выполнения работы является web-приложение вычисления биологической продуктивности экосистем. Входными данными для приложения являются данные конкретного участка: рельеф, параметр водно-физических свойств почв, данные о климате. На основе этих данных приложение позволяет наглядно представить параметр биологической продуктивности, отражающий здоровье и продуктивность экосистемы, в виде тепловой карты и ее географическое положение. При этом, у пользователя есть возможность посмотреть и некоторые другие параметры, такие как теплоэнергетические ресурсы испарения, климатическую увлажненность и степень увлажнения.

Ожидается, что разработанное приложение будет применяться в экологических исследованиях. Это позволит отслеживать и оценивать плодородие различных экосистем и принимать соответствующие меры для их восстановления или улучшения, а также решать проблемы обеспечения энергоэффективного использования ландшафтных ресурсов.

Список использованных источников

1. Биоразнообразие и климаторегулирующие функции лесов: актуальные вопросы и перспективы исследований / Н.В. Лукина, А.П. Гераскина, А.В. Горнов [и др.] // Вопросы лесной науки. – 2020. – Т.3, №4. – С. 1-90.
2. Мониторинг продуктивности экосистем / С.Г. Копысов, А.О. Елисеев // Интеграционные проекты СО РАН. – 2022. – Вып. 48. – С. 111–116.