

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Федеральное государственное автономное образовательное
учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский государственный университет»



Национальный
исследовательский
**Томский
государственный
университет**



**Геолого-
географический
факультет**

Томского
государственного
университета

ДИНАМИКА И ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ ГЕОСФЕР ЗЕМЛИ

Материалы Всероссийской конференции с международным участием,
посвященной 100-летию подготовки в Томском государственном университете
специалистов в области наук о Земле

8-12 ноября 2021 года

ТОМ II

Томск 2021

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ БАЗЫ ДАННЫХ ПО ГРАНУЛОМЕТРИЧЕСКОМУ СОСТАВУ ПОЧВ И ГРУНТОВ GSDE (GLOBAL SOIL DATASET FOR EARTH SYSTEM MODELS) С РЕЗУЛЬТАТАМИ НАТУРНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

Е.С. Шуклина^{1,2}, Н.Н. Воропай^{2,3}, А.А. Черкашина³

¹Национальный исследовательский Томский государственный университет, Томск, Россия, ekaterinakot99@gmail.com

²Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия, voropay_nn@mail.ru

³Институт географии им. В.Б. Сочавы СО РАН, Иркутск, Россия, anna_cher.87@mail.ru

Моделирование процессов на поверхности суши требует полной и достоверной информации о механических свойствах почвы, гидравлических, тепловых параметрах. Материалы такого рода долгое время издавались в виде справочников, а в последнее время хранятся, распространяются и используются в виде баз данных. Точность и достоверность результатов моделирования сильно зависят от полноты и качества этой информации.

Ключевые слова: почва, база данных, моделирование, деятельный слой суши, натурные наблюдения

Modeling of processes on the land surface requires complete and reliable information about the mechanical properties of the soil, hydraulic, thermal parameters. Materials of this kind have been published for a long time in the form of reference books, and recently they are stored, distributed and used in the form of databases. The accuracy and reliability of the simulation results strongly depend on the completeness and quality of this information.

Keywords: soil, database, modeling, active land layer, field observations

Обеспечение любой модели качественной исходной информацией является основой адекватного прогноза, следовательно сравнение базы данных по гранулометрическому составу почв и грунтов GSDE (Global Soil Dataset for Earth System Models) с данными натурных наблюдений и дальнейшая верификация расчетов поможет улучшить качество результатов моделирования.

Одним из основных требований для моделирования процессов к исходным данным является их сеточное распределение по территории. Отсюда следует, что рассматриваемая база данных GSDE, предоставляющая собой глобальный набор данных о почвенных характеристиках с координатной привязкой может быть использована при моделировании природных процессов. Ее пространственное горизонтальное разрешение данных 30×30», вертикальное состоит из восьми слоев до глубины 2,3 м. База создавалась путем согласования и стандартизации региональных почвенных баз данных и почвенной карты мира с 31 339 почвенными профилями (Shangguan et al., 2014). Она содержит информацию об основных свойствах почвы, т.е. объемные доли песка, пыли, глины, гравия, органики, воды и минералов в почвах, а также тепло- и гидрофизические характеристики.

На территории Тункинской котловины были получены данные о гранулометрическом составе почв и пород с 9 площадок (A26, A27, A28, A29, A32, A35, A37, A38, A83), отличающихся почвенно-ландшафтным разнообразием (табл. 1). Отбор образцов почв и грунтов осуществлялся до глубины 3,2 м. Определение гранулометрического состава проводили пипеточным методом в стоячей воде, предложенным Н.А. Качинским (Качинский, 1958).

С помощью языка программирования MATLAB произведена обработка и интерпретация большого массива данных базы GSDE (создан и прописан код).

В данной среде построены карты пространственного распределения почвенных характеристик. Для каждой площадки исследования был сформирован пакет исходных данных по грансоставу почвы в 4 узлах координатной сетки по 8 слоям по глубине. Площадки, на которых производились натурные наблюдения, находятся в конкретной точке в пределах четырехугольника с углами в указанных узлах сетки.

При сравнении параметров базы данных грансостава, свойств почв и грунтов GSDE с полевыми данными было обнаружено, что при подборе параметров, используемых в математических моделях, главным недостатком традиционных методов исследования почвенного покрова является низкое пространственное разрешение получаемых данных при обследовании обширных по площади территорий в связи с их высокой трудоемкостью и часто трудной доступностью объектов исследования. Поэтому для полного обеспечения модели данными необходимо использование глобальных баз данных либо слияние нескольких.

Еще одним отличием является разность классификаций гранулометрического состава. В почвах и породах могут находиться частицы диаметром как менее 0,001 мм, так и более нескольких сантиметров. Для подробного анализа весь возможный диапазон размеров делят на участки, называемые фракциями. Единой классификации частиц не существует (Белов, Аристова, 2016).

Данные натурных наблюдений были разделены по Всероссийской классификации, разработанной Н.А. Качинским (рис. 1) на основании содержания физической глины с учётом доминирующей фракции и типа почвообразования: <0,001 мм ил; 0,001–0,005 пыль мелкая; 0,005–0,01 пыль средняя; 0,01–0,05 пыль крупная; 0,05–0,25 песок мелкий; 0,25–0,5 песок средний; 0,5–1,0 песок крупный; >1 мм гравий.

В глобальной базе данных используется классификация относительного содержания фракций песка, пыли и глины по Аттербергу (рис. 2). Она является международной классификацией, классификацией общества почвоведов (SSSA) и общества агрономов

(ASSA) США. Для определения названия почвы используют треугольник Ферре. Выделяются следующие фракции: <0,002 мм глина; 0,002–0,05 пыль; 0,05–0,2 тонкий песок; 0,2–2 грубый песок; >2 мм гравий.

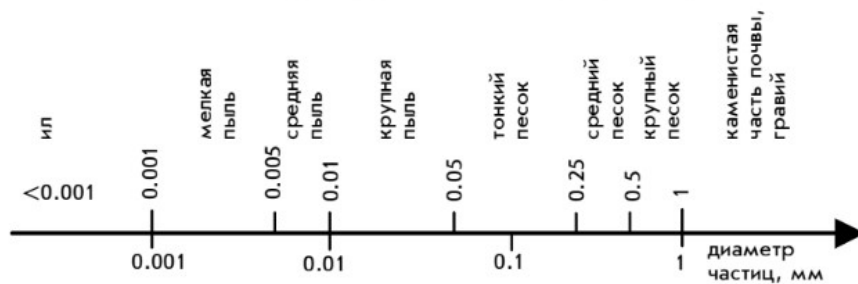


Рис. 1. Фракции гранулометрических элементов (по Н.А.Качинскому)



Рис. 2. Фракции гранулометрических частиц (по А. Аттербергу)

В данном исследовании для адекватного сравнения почвенных характеристик был совершен перевод из одной классификации в другую с высоким уровнем точности (табл. 2).

Стоит отметить, что GSDE использует 8 слоев почв и имеет фиксированную градацию глубин: 0–0,045; 0,045–0,091; 0,091–0,166; 0,166–0,289; 0,289–0,493; 0,493–0,829; 0,829–1,383 и 1,383–2,296 м. Тогда как в натуральных наблюдениях глубина отбора проб на каждой площадке разная, что обусловлено неоднородностью гранулометрического состава на различных глубинах в каждом отдельно взятом разрезе. Для дальнейшей работы данные натуральных наблюдений были проинтерполированы на фиксированную градацию глубин.

Также, при сравнении данных гранулометрического состава почвы, взятых из баз GSDE и натуральных наблюдений, было отмечено, что разность между процентным содержанием фракции пыли в почве минимальна на площадке А83 и составляет не более 6 %. Разность между данными о содержании глины не превышает 5 % на площадке А32. Песок – до глубины 28,9 см наблюдается с минимальной разностью в 3 % на площадке А28. По гранулометрическому составу наиболее схожи данные натуральных наблюдений, взятых на площадках А83 и А28. Данные на остальных площадках имеют сильное расхождение в значениях гранулометрического состава с данными, взятыми из базы Global Soil Dataset for Earth System Models.

И в заключении можно сделать вывод о том, что и другие почвенные параметры, имеющиеся в базе GSDE (теплопроводность насыщенной и сухой почвы, теплоемкость твердой фазы почвы, потенциал почвенной влаги при насыщении, коэффициент влагопроводности при насыщении) в выбранной точке совпадают с реальны-

ми, и расчет температурного режима почвы при использовании этих параметров будет проведен корректно.

Таким образом, нами были определены площадки (узлы сетки), для которых в дальнейшем будет проведено моделирование температурного режима почвы с помощью Модели Земной системы ИВМ РАН и валидация данных моделирования – сравнение результатов моделирования температурного режима почв с данными натуральных наблюдений. Модель состоит из нескольких блоков, которые описывают динамику, радиационный перенос, гравитационно-волновое сопротивление, горизонтальную диффузию, процессы конвекции и конденсации, а также пограничный слой атмосферы и процессы в почве и у ее поверхности (Володин, 2016). В работе будет использован только последний блок модели – блок деятельного слоя суши. Рассматриваемый блок является частью глобальной климатической модели.

Литература

1. Белов Г.В., Аристова Н.М. Базы данных по свойствам веществ и материалов для ядерной энергетики // Научный сервис в сети Интернет: труды XVIII Всероссийской научной конференции (19–24 сентября 2016 г., г. Новороссийск). М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2016. С. 86–93.
2. Володин Е.М. Базовая модель динамики атмосферы //МАТЕМАТИЧЕСКОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ЗЕМНОЙ СИСТЕМЫ. 2016. С. 13–20.
3. Качинский Н.А. Механический и микроагрегатный состав почвы, методы его изучения. М.: Изд-во Академии наук СССР, 1958. 192 с.
4. Shangquan W. et al. A global soil data set for earth system modeling //Journal of Advances in Modeling Earth Systems. 2014. Т. 6. №. 1. С. 249–263.