

ПРОБЛЕМА МАСШТАБА В СОВРЕМЕННОЙ ПОЧВЕННОЙ КАРТОГРАФИИ

© 2019 г. И. Ю. Савин

*Почвенный институт им. В.В. Докучаева,
Россия, 119017, Москва, Пыжевский пер., 7, стр. 2*

*Аграрно-технологический институт РУДН,
Россия, 117198, Москва, ул. Миклухо-Маклая, 6*

<http://orcid.org/0000-0002-8739-5441>, e-mail: savin_iyu@esoil.ru.

*Поступила в редакцию 10.01.2019, после доработки 04.03.2019,
принята к публикации 28.05.2019*

Одной из особенностей перехода от традиционной почвенной картографии к цифровым технологиям составления и использования почвенных карт является качественное изменение как понятия “карта”, так и понятия “масштаб карты”. Под картой в цифровой картографии понимается пространственно-координированная база данных, которая может состоять из многих слоев информации и может быть визуализирована в любом масштабе. Масштаб традиционно составленных бумажных почвенных карт имеет большое значение для понимания смысловой нагрузки карты и степени ее генерализованности. При использовании цифрового картографирования почв понятие “масштаб” теряет свое значение. Это происходит потому, что уровень генерализованности информации о почвах в этом случае определяется не тем, в каком масштабе карта визуализирована на экране монитора компьютера или распечатана, а тем, с каким размером пикселя карта создана (в случае растровых карт), или тем, какая карта служила основой для создания векторного слоя почвенной карты. Для растровых почвенных карт более логично оперировать понятием “размер пикселя” вместо “масштаб”. Для векторных почвенных карт важнее указывать масштаб исходной почвенной карты (которая была векторизована), а не масштаб их визуализации. Масштаб визуализации цифровой почвенной карты не важен при компьютерном (цифровом) прикладном анализе почвенных данных. При создании растровых почвенных карт нельзя использовать исходные материалы разных масштабов без их приведения к единому уровню генерализованности. Все это необходимо учитывать при использовании цифровых технологий картографирования почв.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

Ключевые слова: почвенная карта, генерализация, картографирование почв.

DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-5-20

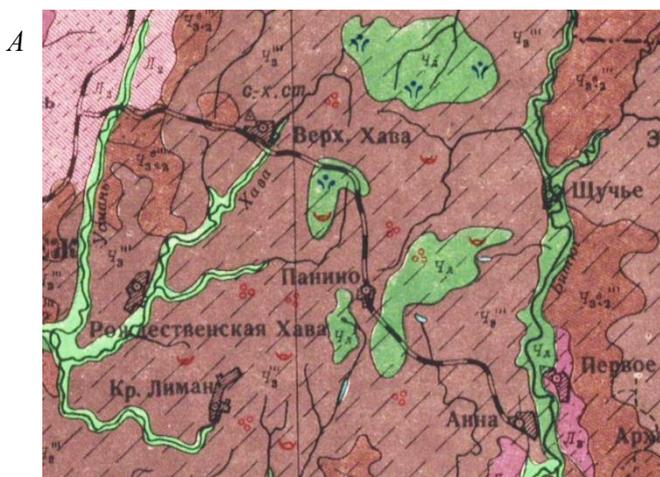
ВВЕДЕНИЕ

Традиционное картографирование почв является трудоемкой и дорогостоящей процедурой. Именно поэтому до сих пор во всем Мире невозможно создание детальных или хотя бы крупномасштабных почвенных карт на большие территории. Это же служит причиной того, что в традиционной (и не только почвенной) картографии является принятым выделение набора уровней обобщения (масштабов) для решения практических задач ([Салищев, 1987](#)). Так в советское время создание почвенных карт для решения производственных задач осуществлялось на уровне хозяйства (масштаб 1 : 10 000 – 1 : 50 000), на уровне административного района (масштаб 1 : 50 000 – 1 : 100 000), на уровне областей (масштаб 1 : 200 000 – 1 : 500 000) и на уровне всей страны (масштаб 1 : 1 000 000 – 1 : 4 000 000) ([Долгова, 1979](#); [Савин и др., 2015](#)).

На каждом уровне обобщения почвенные карты создавались с использованием разных подходов. В основе создания крупномасштабных почвенных карт лежала крупномасштабная топооснова, иногда детальные аэрофотоснимки, а также результаты полевых обследований маршрутным или маршрутно-ключевым методами. Почвенные карты средних масштабов создавались в основном с использованием среднемасштабных топокарт, иногда результатов дешифрирования растительности и почв по космическим снимкам, а также результатов генерализации имеющихся крупномасштабных почвенных карт. Очень редко, но все же использовались результаты маршрутных наблюдений и обследований. Почвенные карты мелких масштабов всегда были концептуальными и составлялись преимущественно путем генерализации среднемасштабных почвенных карт и уложения результатов генерализации на мелкомасштабную топооснову ([Долгова, 1979](#); [Составление областных..., 1990](#)).

Необходимо отметить, что генерализация карт очень редко осуществлялась чисто механическим уменьшением контурной части карты до нужного масштаба. Этот процесс всегда был творче-

ским, экспертным. Почвовед-картограф всегда пытался сохранить характерные особенности почвенного покрова той или иной территории и отразить их, пусть даже и утрированно, на карте более мелкого масштаба. Так, к примеру, утрированно на картах мелкого и даже среднего масштаба показаны пойменные почвы многих рек, многие интразональные почвы. Часто не выражающиеся в масштабе карты, но важные для понимания строения почвенного покрова почвы, показывались на карте внесмасштабными знаками, которые могли быть как локализованными, так и равномерно распределенными по контуру карты (рис.1).



Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

Рис.1. Традиционная картографическая генерализация изображения почвенного покрова на почвенных картах (*A* – фрагмент листа Государственной почвенной карты с показом сопутствующих почв внемасштабными знаками; *B* – фрагмент геометрической части [ЕГРПР России \(2013\)](#) с утрированным изображением выделов аллювиальных почв (выдел показан стрелкой)).

Fig.1. Traditional generalization of soil cover image on soil maps (*A* is a fragment of a sheet of the State soil map where accompanying soils are marked with point symbols; *B* is a fragment of the geometric part of the [Unified State Register of Soil Resources of Russia \(2013\)](#) with an exaggerated representation of alluvial soils (highlighted by arrow)).

Ситуация качественно изменилась с переходом на цифровые технологии создания и хранения почвенных карт ([Берлянд, 1997, 2006](#); [Кошкарёв, Зинчук, 1990](#); [Лурье, 1997](#)). На первом этапе развития этих технологий бумажные почвенные карты, созданные традиционно, векторизовались, а их легенда превращалась в атрибутивную часть получаемой почвенно-географической базы данных ([Столбовой, 1993](#)).

Уже на этом этапе появилась возможность представления и распечатки векторных почвенных карт в ГИС в любом масштабе. То есть любую изначально крупномасштабную карту можно было показать на экране монитора или распечатать в мелком масштабе и наоборот. При этом, конечно же, увеличение мелкомасштабной почвенной карты до крупного масштаба не приводило к увеличению ее информативности и точности, а сильное уменьшение крупномасштабных карт вело к оптической генерализации мелких выделов, излишней изрезанности границ и потере части информации. При этом в базе данных ГИС вся информация хранилась в неизменном виде ([Савин, 2004](#)).

Дальнейшее “размывание” традиционного понятия масштаба почвенных карт произошло при переходе от векторных почвенных карт к растровым, при попытках использования цифровых спутниковых данных для картографирования почв ([Korolyuk, Shcherbenko, 1994](#); [Кравцова, 2000](#)) и при развитии методов так называемого “цифрового” картографирования почв ([Цифровая почвенная..., 2012](#); [Кравцова, 2014](#)).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Известно, что растровые карты отличаются от векторных тем, что элементарной пространственной единицей информации на растровой карте является пиксель, а на векторной – непосредственно почвенно-географический выдел. То есть в базе данных ГИС хранится информация о почвах именно этих объектов (выдела или пикселя). И как бы ни изменялся масштаб визуализации карты, информация в базе данных ГИС не прирастает и не исчезает. При этом уровень генерализации представленной на карте информации определяется тем, каков размер пикселя (на растровой карте) и минимального выдела (на векторной карте), и какая информация о почвенном покрове к ним привязана, а не масштабом, в котором карта визуализирована на экране монитора или выведена на печать.

Из вышесказанного следует несколько важных заключений:

1. Уровень генерализованности цифровой почвенной карты определяется не масштабом ее представления и визуализации, а уровнем обобщения исходной информации, которая служила в качестве основы для создания карты

Если векторная почвенная карта создавалась путем оцифровки (векторизации) традиционно составленной бумажной почвенной карты известного масштаба, то уровень генерализованности представленной на ней информации полностью соответствует уровню генерализованности исходной почвенной карты. Если почвенная карта изначально создана на основе растровой информации, то уровень генерализованности информации о почвенном покрове определяется размером пикселя и той информацией о почвенном покрове и почвах, которая к нему привязана.

Компьютерная техника в настоящий момент позволяет визуализировать (на экране монитора или в виде распечатки) цифровую карту в любом масштабе, но количество отраженной на карте информации и уровень ее обобщения при этом не изменяются (рис. 2).

Конечно же, пользователь воспринимает визуально разную картину, но при этом информация в базе данных ГИС остается и хранится в неизменном виде при любом варианте визуализации. И для цифрового анализа почвенных данных это наиболее важно.

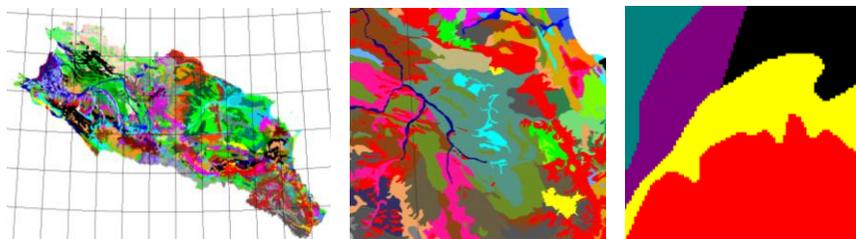


Рис. 2. Цифровая почвенная карта Северного Кавказа ([Драгавцева и др., 2016](#)) и ее фрагменты (слева в масштабе 1 : 5 млн (нанесена градусная сетка), в центре – увеличено до масштаба 1 : 500 000, справа – увеличено до масштаба 1 : 50 000).

Fig. 2. Digital soil map of the North Caucasus ([Drahavtseva et al., 2016](#)) and its fragments (on the left – the scale of 1 : 5 million (degree grid plotted)), in the center – exaggerated to the scale of 1 : 500.000, on the right – exaggerated to the scale of 1 : 50.000).

2. Для растровых почвенных карт более логично оперировать понятием “размер пикселя” вместо “масштаб”. Для векторных почвенных карт важнее указывать масштаб исходной почвенной карты (которая была векторизована), а не масштаб их визуализации

Масштаб визуализации карты также может быть указан, но он не будет нести той информации об уровне генерализованности карты, которую он имеет на традиционной бумажной почвенной карте (рис. 3).



Рис. 3. Фрагмент контурной части векторной почвенной карты исходного масштаба 1 : 2 500 000, визуализированный в масштабе 1 : 300 000.

Fig. 3. Fragment of the contour part of the soil map (vector format) with original scale 1 : 2.500.000, visualized in 1 : 300.000 scale.

То, что фрагмент карты на рисунке 3 визуализирован в среднем масштабе, не означает, что карта действительно средне-масштабная. Уровень генерализации отображения на ней почвенного покрова остается мелкомасштабным. И именно для того, чтобы можно было это понять, необходимо указывать масштаб исходной почвенной карты.

3. При создании растровых почвенных карт нельзя использовать исходные материалы разных масштабов без их приведения к единому уровню генерализованности

Современные цифровые технологии открыли широкие возможности для одновременного, сопряженного, анализа любой пространственной информации. Таким образом, при создании цифровой почвенной карты могут быть собраны в единую базу данных ГИС все имеющиеся карты отдельных факторов почвообразования, данные дистанционного зондирования и результаты их анализа, архивные почвенные карты и т.п. Все эти пространственные данные могут быть приведены к единой географической проекции и совмещены друг с другом (наложены друг на друга).

Но уровень генерализованности информации на этих первоисточниках может оставаться разным. Так, например, в последние годы для анализа рельефа местности часто используют цифровые модели SRTM с пространственным разрешением (размером пикселя) 90 м (<http://srtm.csi.cgiar.org/>). Но анализировать эти данные совместно с космическими изображениями с размером пикселя 1–2 метра (и даже 10–20 м) вряд ли правильно без предварительной генерализации спутниковых данных. Это связано с тем, что объекты, которые хорошо дешифрируются по спутниковым данным сверхвысокого пространственного разрешения, на SRTM часто генерализованы. Поэтому совместный анализ этих двух источников данных может привести к неправильным выводам и моделям пространственной организации почвенного покрова. Например, по данным SRTM участок представляет собой ровную территорию (рис. 4).

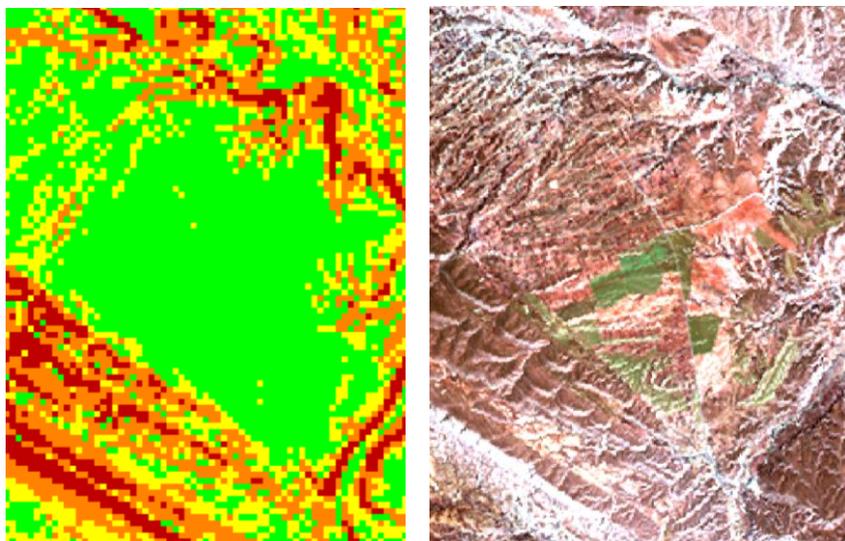


Рис. 4. Уклоны тестового участка по SRTM (размер пикселя 90 м, слева, зеленым цветом показаны уклоны менее 2°) и изображение Landsat (размер пикселя 30 м).

Fig. 4. The slopes of the SRTM test area (pixel having 90 m resolution, on the left, slopes less than 2 degrees are green coloured) and the Landsat image (30 m pixel resolution).

Но на космическом изображении Landsat на этом участке (рис. 3, справа) четко видны эрозионные неоднородности. В этом случае совместный анализ этих источников может привести к ошибочному выводу, что эродированные почвы расположены на ровной поверхности, а не на крутых склонах.

Также часто встречаются случаи, когда по SRTM детектируются крутые склоны, но на спутниковых изображениях на них видны потяжины с переувлажненными почвами. И совместный анализ этих данных может привести к ошибочному заключению, что переувлажненные почвы приурочены к крутым склонам.

Отсюда следует, что при анализе данных с разным пространственным разрешением они должны быть изначально приведены к одному уровню обобщения информации, либо более детальная информация должна быть сначала проанализирована, а затем результаты анализа – генерализованы, после чего станет возможным совместный анализ данных.

4. Масштаб визуализации цифровой почвенной карты не важен при компьютерном (цифровом) прикладном анализе почвенных данных

Прикладной анализ почвенных данных (например, при оценке пригодности почв и земель) в ГИС проводится в большинстве случаев на уровне пикселя. Даже в случае использования векторных почвенных карт они, как правило, сначала трансформируются в растровый формат. Это делается потому, что прикладной анализ почвенной карты в большинстве случаев проводится совместно с другими пространственными слоями информации, чаще всего информации о рельефе и о климате территории ([Савин, 2004](#); [Иванов и др., 2014](#)). И совмещение всех этих пространственных данных наиболее рационально проводить именно на пиксельном уровне. То есть, например, для геоинформационного анализа пригодности земель какой-либо территории для возделывания той или иной культуры создается база данных, включающая в себя пространственные слои параметров почв, рельефа, климата, которые приводятся к единой географической проекции и к единому размеру пикселя. Их пересечение друг с другом ведет к карте, к каждому пикселю которой привязаны в качестве атрибутов все параметры, имеющиеся в базе данных (почвенные, рельефа и климата). И, по сути, в этом случае пространственным объектом оценки на основе созданного пользователем алгоритма является каждый пиксель. Из этого следует, что вне зависимости от того, в каком масштабе информация визуализируется на экране монитора или распечатывается на бумаге, оценка ведется попиксельно и степень генерализованности информации зависит от размера пикселя, а не от того, в каком масштабе данные визуализированы на экране монитора компьютера.

5. О точности и кондиционности цифровых почвенных карт разного масштаба

В традиционной почвенной картографии вопрос кондиционности карты решается путем установления количества необходимых почвенных опробований (разрезов, прикопок и т.п.) при составлении карт разных масштабов. Так, для разных природных зон России в инструкциях по полевым почвенным обследованиям установлено количество разрезов, которое должно быть заложено и проанализировано, чтобы карта считалась кондиционной

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

(Общесоюзная инструкция..., 1973). В большей степени это, конечно же, относится к крупномасштабным и детальным почвенным картам, так как карты средних и мелких масштабов в основном составлялись путем генерализации крупномасштабных почвенных карт, но, безусловно, с привлечением имеющихся полевых данных и маршрутных полевых обследований.

При переходе к цифровой почвенной картографии вопрос о почвенных опробованиях и их необходимом количестве пока остается не до конца решенным. Качество цифровых почвенных карт, как правило, оценивают статистически, на основе проверочных выборок точек полевых обследований или же точек, “считанных” с обновляемой традиционно составленной почвенной карты. Считается, что для статистической оценки точности цифровой почвенной карты достаточно иметь несколько десятков точек с реальными данными (Цифровая почвенная..., 2017). Причем, пространственное расположение этих точек осуществляется либо случайно, либо по заданным правилам. При этом масштаб карт, как правило, вовсе не принимается во внимание.

Недостатком подобных подходов к оценке качества цифровых почвенных карт является то, что даже хорошие статистические оценки качества не гарантируют логичность получаемой карты с точки зрения экспертных знаний о географии почв региона исследований. И наоборот, получаемая карта может с точки зрения эксперта-почвоведов выглядеть вполне логично, но статистическая оценка ее качества при этом будет низкой (Жоголев, 2016).

На данном этапе развития цифровой картографии почв удовлетворительного решения этой задачи еще не найдено.

ВЫВОДЫ

Одной из особенностей перехода от традиционной почвенной картографии к цифровым технологиям составления и использования почвенных карт является качественное изменение как понятия “карта”, так и понятия “масштаб карты”. Под картой в цифровой картографии понимается пространственно-координированная база данных, которая может состоять из многих слоев информации и может быть визуализирована в любом масштабе.

Масштаб традиционно составленных бумажных почвенных карт имеет большое значение для понимания смысловой нагрузки карты и степени ее генерализованности. При использовании цифрового картографирования почв понятие “масштаб” теряет свое значение, так как уровень генерализованности информации о почвах в этом случае определяется не тем, в каком масштабе карта визуализирована на экране монитора компьютера или распечатана, а тем, с каким размером пикселя карта создана (в случае растровых карт), или тем, какая карта служила основой для создания векторного слоя почвенной карты.

Для растровых почвенных карт более логично оперировать понятием “размер пикселя” вместо “масштаб”. Для векторных почвенных карт важнее указывать масштаб исходной почвенной карты (которая была векторизована), а не масштаб их визуализации. Масштаб визуализации цифровой почвенной карты не важен при компьютерном (цифровом) прикладном анализе почвенных данных.

При создании растровых почвенных карт нельзя использовать исходные материалы разных масштабов без их приведения к единому уровню генерализованности.

Подходы к оценке точности и кондиционности создаваемых цифровых почвенных карт до сих пор недостаточно разработаны.

Все это необходимо учитывать при использовании цифровых технологий картографирования почв.

БЛАГОДАРНОСТЬ

Исследования выполнены при финансовой поддержке Гранта Президиума РАН 2019 года № 51 и гранта РФФИ № 18-016-00052.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Берлянд А.М. Геоинформационное картографирование. М.: МГУ, 1997. 62 с.
2. Берлянд А.М. Теория геоизображений. М.: ГЕОС, 2006. 262 с.
3. Долгова Л.С. Методика составления мелкомасштабных почвенных карт. М.: МГУ, 1979. 80 с.
4. Драгавцева И.А., Савин И.Ю., Загиров Н.Г., Казиев М.Р.А., Ахматова З.П., Моренец А.С., Батталов С.Б. Ресурсный потенциал земель

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

Северного Кавказа для плодородства. Краснодар-Махачкала: ДагНИИСХ, 2016. 138 с.

5. *Единый государственный реестр почвенных ресурсов России. Версия 1.0* (ред. Иванов А.Л., Шоба С.А.). М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева. 2014, 768 с.

6. *Жоголев А.В.* Актуализация региональных почвенных карт на основе спутниковых и геоинформационных технологий (на примере Московской области): Автореф. дис. ... канд. с.-х. наук. М. 2016. 22 с.

7. *Иванов А.Л., Савин И.Ю., Егоров А.В.* Методология оценки ресурсного потенциала земель России для сельскохозяйственного производства (на примере хмеля) // Бюл. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева. 2014. № 73. С. 29–94.

8. *Кошкарев А.В., Зинчук Л.Н.* Произведения автоматической картографии. М.: Наука, 1990. 108 с.

9. *Кравцова В.И.* Генерализация аэрокосмического изображения: континуальные и дискретные снимки. М.: МГУ, 2000. 255 с.

10. *Кравцова В.И.* Дискретная пиксельная стереомодель: графическое моделирование. М.: Научный мир, 2014. 172 с.

11. *Лурье И.К.* Геоинформатика. Учебные геоинформационные системы. М.: Изд-во МГУ, 1997. 115 с.

12. *Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования.* М.: Колос, 1973. 95 с.

13. *Салищев К.А.* 9. Проектирование и составление карт. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 240 с.

14. *Составление областных среднемасштабных почвенных карт Нечерноземья с показом структуры почвенного покрова (рекомендации).* М.: Агропромиздат, 1990. 80 с.

15. *Савин И.Ю.* Анализ почвенных ресурсов на основе геоинформационных технологий: Автореф. дис. ... докт. с.-х. наук. М., 2004. 47 с.

16. *Савин И.Ю., Симакова М.С., Овечкин С.В.* Перспективы развития картографии почв в России // Почвенные и земельные ресурсы: состояние, оценка, использование. Материалы Первой Всероссийской открытой конференции. 2015. С. 274–279.

17. *Столбовой В.С.* Компьютерная картография почв и ее применение для планирования экологического землепользования. // География и картография почв. М. 1993. С. 291–301.

18. *Цифровая почвенная картография* (ред. Савин И.Ю., Докукин П.А.). М.: РУДН, 2017. 152 с.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

19. *Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования* (ред. Иванов А.Л., Савин И.Ю., Сорокина Н.П., Самсонова В.П., Мешалкина Ю.Л., Конюшкова М.В.). М.: Почвенный институт им. В.В. Докучаева, 2012. 333 с.

20. Korolyuk T.V., Shcherbenko H.V. Compiling soil maps on the basis of remotely-sensed data digital processing: soil interpretation // International Journal of Remote Sensing. 1994. Vol. 15. No. 7. P. 1379–1400.

THE SCALE PROBLEM IN MODERN SOIL MAPPING

I. Yu. Savin

*V.V. Dokuchaev Soil Science Institute,
Russia, 119017, Moscow, Pizhevskiy per., 7, build. 2*

*People's Friendship University of Russia,
Russia, 117198, Moscow, Miklukho-Maklay str., 6*

<http://orcid.org/0000-0002-8739-5441>, e-mail: savin_iyu@esoil.ru

Received 10.01.2019, Revised 04.03.2019, Accepted 28.05.2019

One of the features of the transition from traditional soil cartography to digital technologies for compiling and using soil maps is a qualitative change in both the concept of “map” and the concept of “map scale”. A map in digital cartography is a spatially coordinated database that can consist of many layers of information and can be visualized at any scale. The scale of traditionally compiled paper soil maps is of great importance for understanding the semantic load of the map and the degree of its generalization. When using digital soil mapping, the concept of “scale” loses its meaning. This happens because the level of generalization of soil information in this case is not determined by the scale at which the map is visualized on the computer monitor or printed, but by what pixel size the map was created (in the case of raster maps) or which map served the basis for creating a vector layer of the soil map. For raster soil maps it is more logical to use the concept of “pixel size” instead of “scale”. For vector soil maps it is more important to indicate the scale of the original soil map (which was vectorized), rather than the scale of their visualization. The scale of visualization of the digital soil map is not important in the computer (digital) applied analysis of soil data. When creating raster soil maps, it is impossible to use source materials of different scales without bringing them to a unified level of generalization. All this must be taken into account when using digital soil mapping technology.

Keywords: soil map, generalization, soil mapping

REFERENCES

1. Berlyand A.M., *Geoinformatsionnoe kartografirovaniye* (Geoinformative cartography), Moscow: Moscow State University 1997, 62 p.
2. Berlyand A.M., *Teoriya geiozobrazhenii* (Theory of geoimages), Moscow: GEOS, 2006, 262 p.
3. Dolgova L.S., *Metodika sostavleniya melkomasshtabnykh pochvennykh kart* (Methodological manual for small-scale soil mapping), Moscow: Moscow State University, 1979, 80 p.
4. Dragavceva I.A., Savin I.Ju., Zagirov N.G., Kaziev M.R.A., Ahmatova Z.P., Morenec A.S., Battalov S.B., *Resursnyy potencial zemel' Severnogo Kavkaza dlya plodovodstva* (Resource potential of the land of the North Caucasus for fruit growing), Krasnodar – Mahachkala: DagNIISH, 2016, 138 p.
5. *Edinyi gosudarstvennyi reestr pochvennykh resursov Rossii. Versiya 1.0* (Unified State Register of Soil Resources of Russia. Version 1.0), Eds. Ivanov A.L., Shoba S.A., Moscow: Pochvennyi institut im. V.V. Dokuchaeva, 2014, 768 p.
6. Zhogolev A.V., *Aktualizatsiya regional'nykh pochvennykh kart na osnove sputnikovykh i geoinformatsionnykh tekhnologii (na primere Moskovskoi oblasti): Avtoref. dis. ... kand. s.-kh. nauk* (Updating of regional soil maps based on satellite and geoinformatic technologies (using Moscow region as an example), Extended abstract of Cand. Agric. sci. thesis), Moscow, 2016, 22 p.
7. Ivanov A.L., Savin I.Yu., Egorov A.V., *Metodologiya otsenki resursnogo potentsiala zemel' Rossii dlya sel'skokhozyaistvennogo proizvodstva (na primere khmelya)* (Methodology of land resources evaluation in Russia for agriculture (using hop as an example)), *Dokuchaev Soil Bulletin*, 2014, No. 73, pp. 29–94.
8. Koshkarev A.V., Zinchuk L.N., *Proizvedeniya avtomaticheskoi kartografii* (Outputs of automated mapping), Moscow: Nauka, 1990, 108 p.
9. Kravtsova V.I., *Generalizatsiya aerokosmicheskogo izobrazheniya: kontinual'nye i diskretnye snimki* (Generalization of aero-space image: continual and discrete images), Moscow: Moscow State University, 2000, 255 p.
10. Kravtsova V.I., *Diskretnaya piksel'naya stereomodel': graficheskoe modelirovaniye* (Discrete pixel stereomodel: graphic modeling), Moscow: Naychny mir, 2014, 172 p.
11. Lurye I.K., *Geoinformatika. Uchebnye geoinformatsionnye sistemy* (Geoinformatics. Educational geoinformatic systems), Moscow: Moscow State University, 1997, 115 p.

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

12. *Obshchesoyuznaya instruktsiya po pochvennym obsledovaniyam i sostavleniyu krupnomasshtabnykh pochvennykh kart zemlepol'zovaniya* (All-Union instruction on soil survey and large-scale soil mapping), Moscow: Kolos, 1973, 95 p.

13. Salischev K.A., 9. *Proektirovanie i sostavlenie kart* (Designing and compilation of maps), Moscow: Moscow State University, 1987, 240 p.

14. *Sostavlenie oblastnykh srednemasshtabnykh pochvennykh kart Nechernozem'ya s pokazom struktury pochvennogo pokrova (rekomentatsii)*. M.: Agropromizdat (Compilation of middle-scale soil maps of Nechernozem'e with reflection of soli patterns (recommendations), Moscow: Agropromizdat, 1990, 80 p.

15. Savin I.Yu., *Analiz pochvennykh resursov na osnove geoinformatsionnykh tekhnologii: Avtoref. dis. ... dokt. s.-kh. nauk.* (Analysis of soil resources based on geoinformatic technologies, Extended abstract of Dr. Agric. sci. thesis), Moscow, 2004, 47 p.

16. Savin I.Yu., Simakova M.S., Ovechkin S.V., *Perspektivy razvitiya kartografii pochv v Rossii* (Perspectives of development of soil mapping in Russia), In: *Pochvennye i zemel'nye resursy: sostoyanie, otsenka, ispol'zovanie* (Soil and Land resources: status, evaluation, usage), Proc. of the 1st All-Russian open Conf., 2015, pp. 274–279.

17. Stolbovoi V.S., *Komp'yuternaya kartografiya pochv i ee primeneniye dlya planirovaniya ekologicheskogo zemlepol'zovaniya* (Computer based soil mapping and its application for ecological land use planning), In: *Geografiya i kartografiya pochv* (Geography and mapping of soils), Moscow, 1993, pp. 291–301.

18. *Tsifrovaya pochvennaya kartografiya* (Digital Soil Mapping), Eds. Savin I.Yu., Dokukin P.A., Moscow: RUDN, 2017, 152 p.

19. *Tsifrovaya pochvennaya kartografiya: teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya* (Digital soil mapping: theoretical and experimental investigations), Eds. Ivanov A.L., Savin I.Yu., Sorokina N.P., Samsonova V.P., Meshalkina Yu.L., Konyushkova M.V., Moscow: V.V. Dokuchaev Soil Science Institute, 2012, 333 pp.

20. Korolyuk T.V., Shcherbenko H.V., *Compiling soil maps on the basis of remotely-sensed data digital processing: soil interpretation*, *International Journal of Remote Sensing*, 1994, Vol. 15, No. 7, pp. 1379–1400.

Ссылки для цитирования:

Савин И.Ю. Проблема масштаба в современной почвенной картографии // Бюллетень Почвенного института имени В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97. С.5-20. DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-5-20

Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. 2019. Вып. 97.
Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, 97

For citation:

Savin I.Yu. The scale problem in modern soil mapping, Dokuchaev Soil Bulletin, 2019, V. 97, pp. 5-20, DOI: 10.19047/0136-1694-2019-97-5-20