

Чащин А.Н., Лобанова Е.С. Возможности использования цифровой модели рельефа
в крупномасштабном почвенном картографировании (Пермский район Пермского края)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

УДК 631.48

**Возможности использования цифровой модели рельефа в
крупномасштабном почвенном картографировании
(Пермский район Пермского края)**

Чащин А.Н., Лобанова Е.С.

Пермский государственный аграрно-технологический университет

Аннотация

В статье представлены результаты крупномасштабного почвенного картографирования на основе цифровой модели рельефа. Цель исследований – изучить возможность использования классификации ЦМР по методу Based Landform Classification в крупномасштабном почвенном картографировании. Область исследований охватывает территорию в 150 га, которая расположена в Пермском районе Пермского края. Исходная картографическая основа представляет результат расчета элементов рельефа по методу Based Landform Classification в геоинформационной системе SAGA. В качестве цифровой модели рельефа использована ALOS 30. При натурном обследовании установлена взаимосвязь типов почв с покрытием Landform, что позволило экстраполировать данные на некоторые участки. В результате сравнения с крупномасштабной почвенной картой, выполненной традиционным методом, установлено, что число почвенных ЭПА увеличилось в 5 раз. Наилучшая взаимосвязь элементов рельефа наблюдается для дерново-глеевых и дерново-бурых почв.

Ключевые слова: ПОЧВЕННАЯ КАРТА, ГЕОИНФОРМАЦИОННОЕ КАРТОГРАФИРОВАНИЕ, BASED LANDFORM CLASSIFICATION, ПЕРМСКИЙ КРАЙ

Введение

Почвенное картографирование на современном этапе развития опирается на использование цифровых методов обработки пространственных данных. В качестве источников исходной информации используются данные дистанционного зондирования и цифровые модели рельефа (ЦМР). Применение цифровых моделей рельефа в подготовке

предварительной контурной основы почвенной карты значительно сокращает трудоемкость полевых работ, а подготовка исходной картографической основы при помощи геоинформационного картографирования применяется при корректировке почвенных карт, созданных традиционными методами [1]. Вычислительные возможности современных ГИС позволяют выполнять расчет нескольких десятков производных растров рельефа, называемых морфометрическими показателями и топографическими индексами [2]. Корректировка крупномасштабных почвенных карт землепользований Пермского края на основе цифровой модели рельефа не выполнялась, что обуславливает актуальность выполненной работы.

Цель исследований – изучить возможность использования классификации ЦМР по методу Based Landform Classification в крупномасштабном почвенном картографировании.

Методы и объекты исследований

Объектом исследований является почвенный покров земельных участков ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, которые расположены в Пермском районе Пермского края. Территория примыкает к южной окраине г. Перми. Общая площадь крупномасштабного почвенного обследования составила 150 га и включает 3 поля (рис. 1). Тип угодья – пашня.

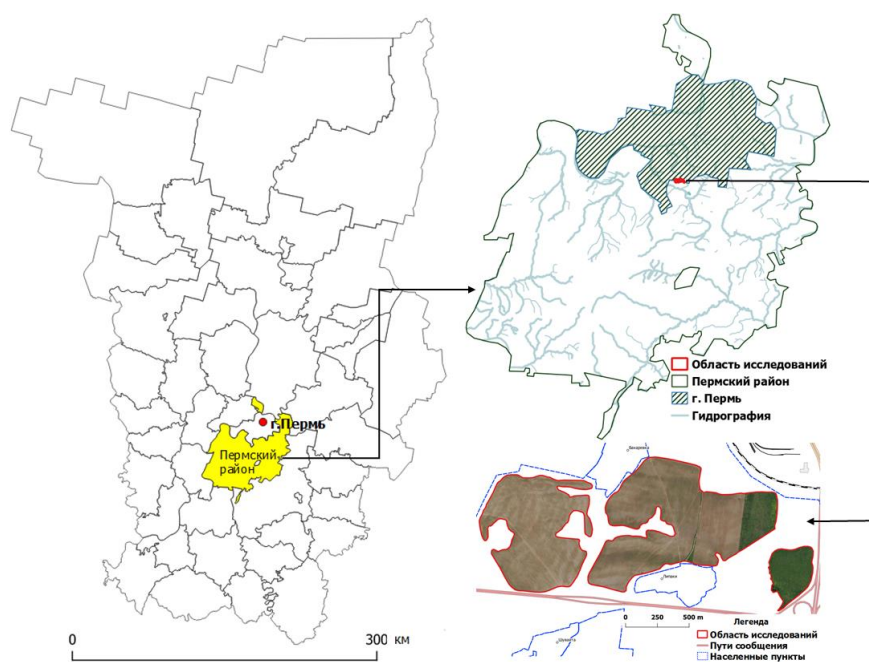


Рис. 1. Местоположение участка исследований

По физико-географическому районированию территория исследований относится к Русской равнине. Область исследований представляет склон в долину реки Мулянка. Доминирующей крутизной склона является уклон в 5-6 °. Максимальная крутизна достигает 20° [3].

Подготовка предварительной картографической основы почвенной карты выполнена на основе открытой цифровой модели рельефа японского аэрокосмического агентства JAXA с пространственным разрешением 30 метров на пиксель. Выбор данной модели рельефа основан на соответствии представленной в ней растровой информации (30 метров на пиксель) масштабу (1:10000) проведения почвенной съемки. По McBratney [4], в масштабе от 1:5000 до 1:20000 размер пикселя исходного растра должен быть от 10 до 40 м. Такой подход обусловлен тем, что для растровых почвенных карт корректной характеристикой является не масштаб, а пространственное разрешение [5]. Рассчитанные по ЦМР ALOS30 морфометрические показатели рельефа характеризуют территорию как контрастную в отношении почвенного покрова (рис. 2).

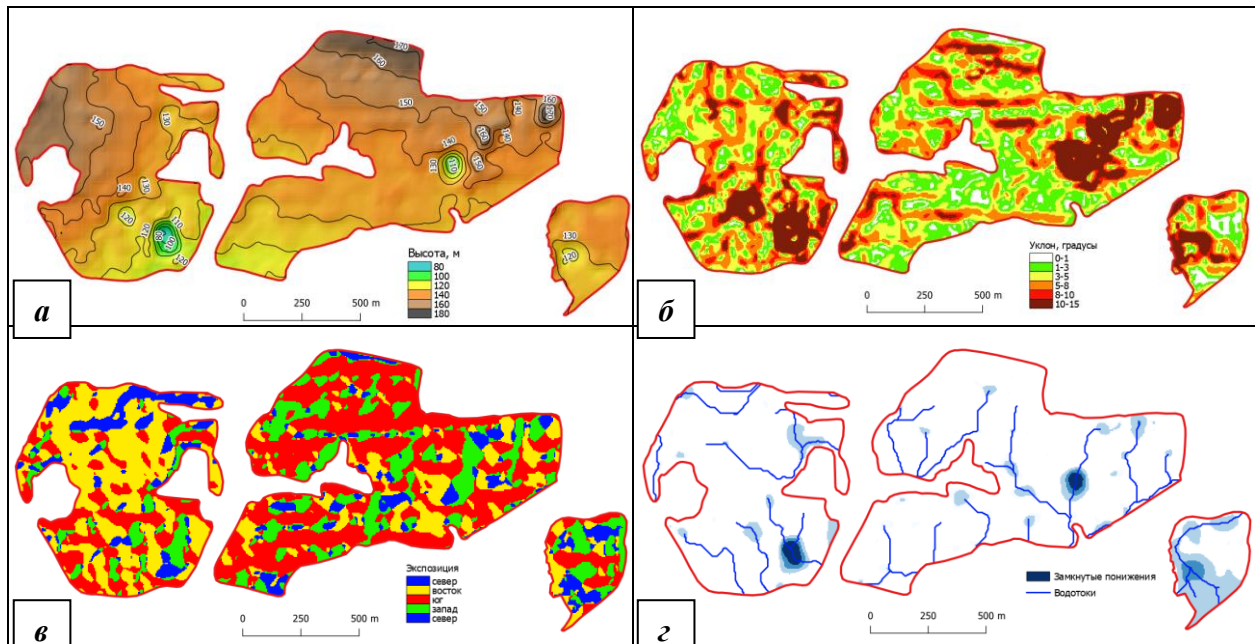


Рис. 2. Морфометрические показатели рельефа территории исследований

Примечание: *а* – рельеф территории; *б* – уклоны; *в* – экспозиция; *з* – водотоки и замкнутые понижения

Полевое обследование почв проведено с мая по июнь 2018 года в соответствии с

методикой крупномасштабного почвенного картографирования [6, 7]. При этом точки заложения почвенных разрезов нанесены по элементам рельефа, рассчитанным на основе ЦМР. Определение положения разрезов на местности выполнено при помощи навигатора. Исследование физико-химических свойств почв проведено по общепринятым методикам [8]. Обработка цифровой модели рельефа выполнялась средствами программы SAGA, интегрированной в геоинформационную систему QGIS.

Результаты и их обсуждение

В результате обработки цифровой модели рельефа ALOS 30 по алгоритму SAGA TPI Based Landform Classification получен дискретный растр элементов рельефа (рис. 3).

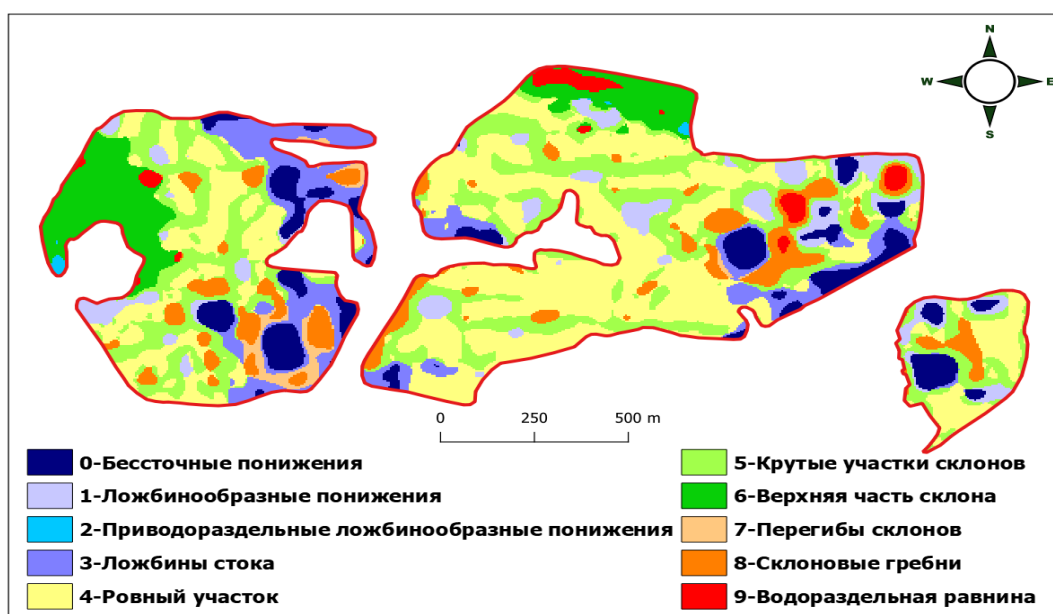




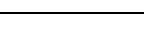







Рис. 3. Результат классификации рельефа области исследований по методу SAGA TPI Based Landform Classification

В соответствии с документацией ГИС SAGA [9], выделяется 10 элементов, которые нумеруются от 0 до 9. Нами использована цветовая градация характерных элементов рельефа по [10]. Общее число контуров элементов рельефа составило 441. Преобладающими являются ровные участки и крутые участки склонов. Наименьшие площади заняты приводораздельными ложбинообразными понижениями (табл. 1).

В соответствии с нормативами закладки почвенных разрезов для масштаба 1:10000 и

отнесением исследованной территории к IV категории сложности, на площади в 150 га [7] была запланирована закладка 10 почвенных разрезов. Места закладки почвенных разрезов нанесены на созданное покрытие форм рельефа (рис. 4).

Таблица 1. Характеристика выделенных элементов рельефа

№ п.п	Значение растра	Цвет по [10]	Название по [10]	Интерпретация названия	Площадь	
					га	%
1	0		Streams	Бессточные понижения	11,0	7,3
2	1		Midslope Drainage	Ложбинообразные понижения	10,0	6,7
3	2		Upland Drainage	Приводораздельные ложбинообразные понижения	0,3	0,2
4	3		Valleys	Ложбины стока	13,1	8,7
5	4		Plains	Ровный участок	51,1	34,1
6	5		Open Slopes	Крутые участки склонов	35,1	23,4
7	6		Upper Slopes	Верхняя часть склона	13,0	8,7
8	7		Local Ridges	Перегибы склонов	2,0	1,3
9	8		Midslope Ridges	Склоновые гребни	12,0	8,0
10	9		High Ridges	Водораздельная равнина	2,4	1,6

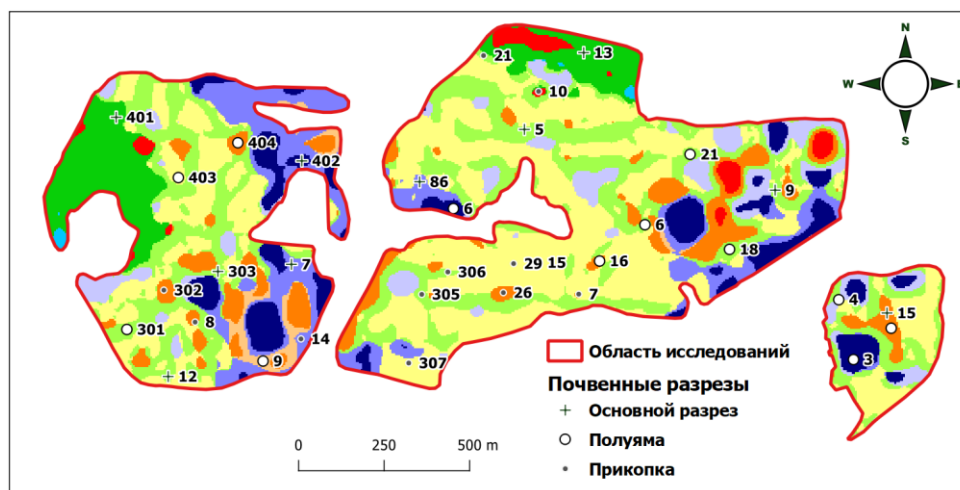


Рис. 4. Места заложения почвенных разрезов с учетом выявленных элементов рельефа

Кроме основных разрезов, заложено 12 поляюма и 12 прикопок. По элементам рельефа

заложенные почвенные разрезы характеризуются типичными для них морфологическими признаками: оглеение в бессточных понижениях, подзолистые горизонты на ровных участках, уменьшение плодородного слоя на крутых участках склонов (рис. 5).

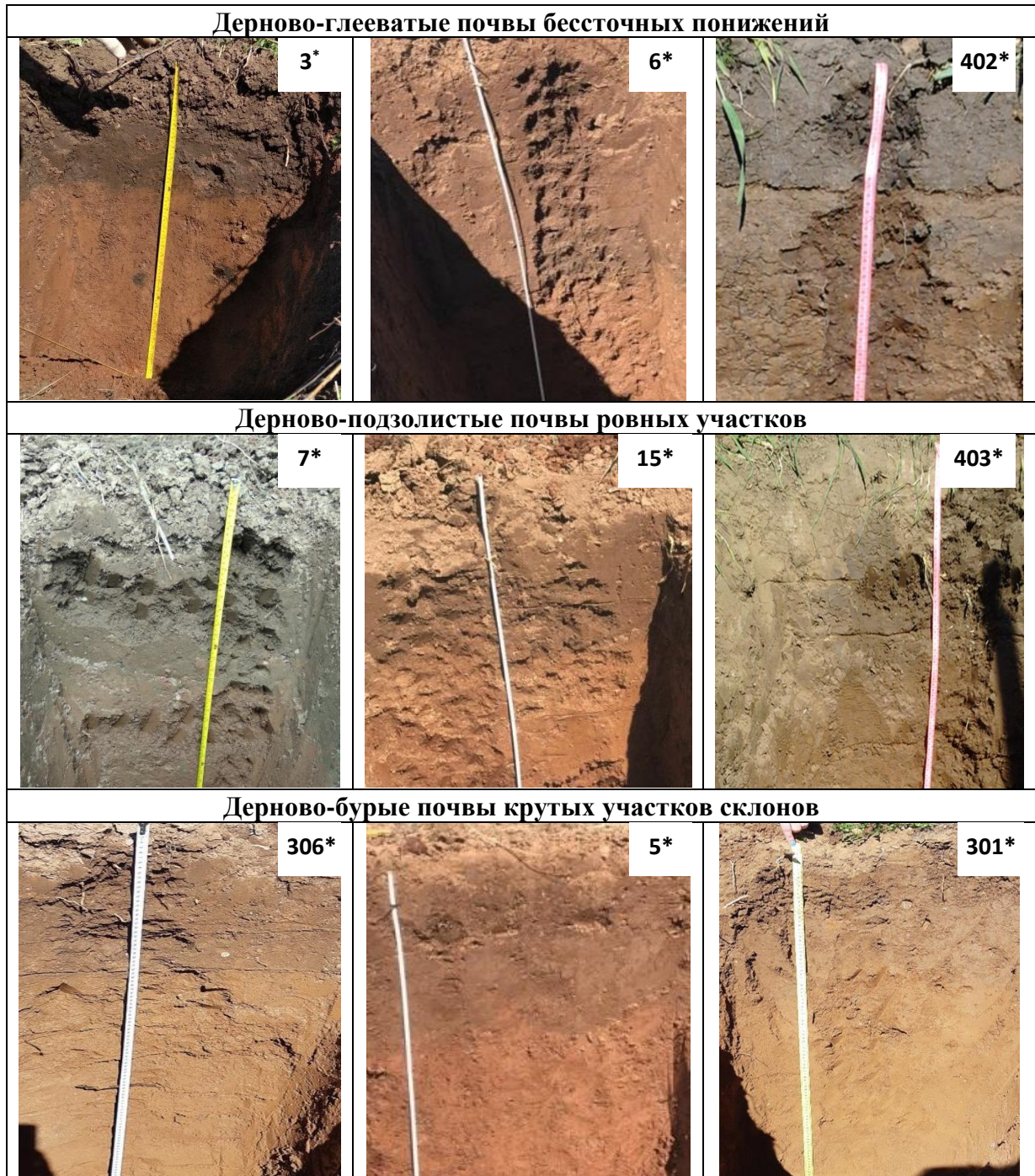


Рис. 5. Профили почв по некоторым элементам рельефа

*- номер почвенного разреза (полюямы), указанный на рис. 4

При выполнении почвенной карты на контурной основе были скорректированы площади почвенных контуров. Согласно требованиям к содержанию крупномасштабных почвенно-ландшафтных карт в масштабе 1:10000, площадь минимального контура составляет 0,25 га [11]. Поэтому контуры элементов рельефа площадью меньше 0,25 га объединялись с прилегающими. Таким образом, в результате генерализации из 421 предварительного почвенного контура на карте выделено 96 почвенных контуров, а общее число почвенно-картографических единиц в легенде карты составило 26 (рис. 6).

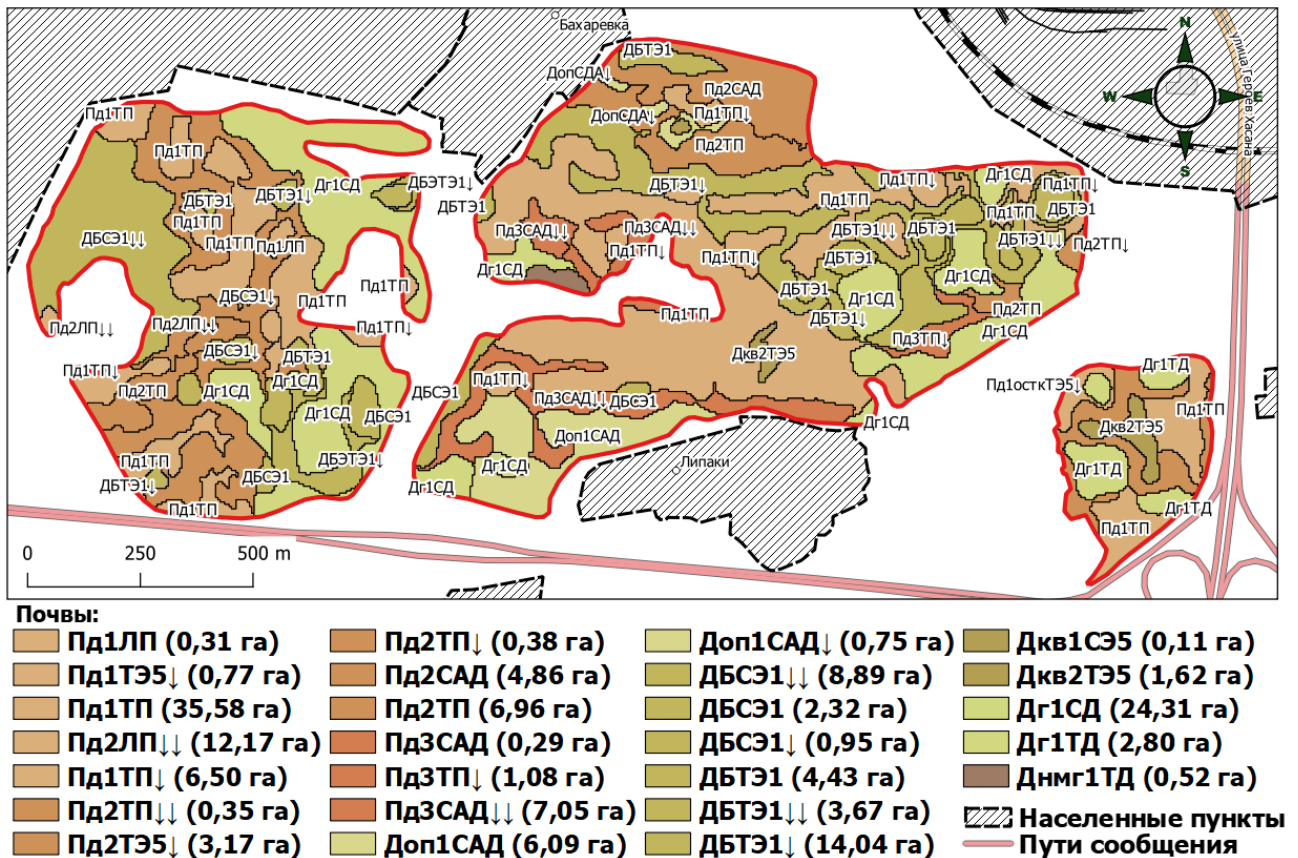


Рис. 6. Почвенная карта

Экспликация почвенной карты отражает взаимосвязь выявленных почв с элементами рельефа (табл. 2).

Чашин А.Н., Лобанова Е.С. Возможности использования цифровой модели рельефа
в крупномасштабном почвенном картографировании (Пермский район Пермского края)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Таблица 2. Экспликация почвенной карты

Индекс	Цвет по [12]	Название почвы	Гранулометрический состав	Почвообразующая порода	Условия залегания по рельефу	Площадь	
						га	%
П _{д1} ЛП		Дерново-слабоподзолистая	Легкосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Ровные участки	0,31	0,21
П _{д1} ТЭ ₅ ↓		Дерново-слабоподзолистая, слабосмытая	Тяжелосуглинистая	Элювий известняков	Крутые участки склонов	0,77	0,51
П _{д1} ТП		Дерново-слабоподзолистая	Тяжелосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Ровные участки	35,58	23,72
П _{д2} ЛП↓↓		Дерново-мелкоподзолистая, среднесмытая	Легкосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Крутые участки склонов	12,17	8,11
П _{д1} ТП↓		Дерново-слабоподзолистая, слабосмытая	Тяжелосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Ложбинообразные понижения	6,50	4,33
П _{д2} ТП↓↓		Дерново-мелкоподзолистая, среднесмытая	Тяжелосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Крутые участки склонов	0,35	0,23
П _{д2} ТЭ ₅ ↓		Дерново-мелкоподзолистая, слабосмытая	Тяжелосуглинистая	Элювий известняков	Крутые участки склонов	3,17	2,11
П _{д2} ТП↓		Дерново-мелкоподзолистая, слабосмытая	Тяжелосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Крутые участки склонов	0,38	0,25
П _{д2} САД		Дерново-мелкоподзолистая	Среднесуглинистая	Древнеаллювиальные отложения	Ровные участки	4,86	3,24

Чашин А.Н., Лобанова Е.С. Возможности использования цифровой модели рельефа
в крупномасштабном почвенном картографировании (Пермский район Пермского края)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Индекс	Цвет по [12]	Название почвы	Гранулометрический состав	Почвообразующая порода	Условия залегания по рельефу	Площадь	
						га	%
Пд ₂ ТП		Дерново-мелкоподзолистая	Тяжелосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Ровные участки	6,96	4,64
Пд ₃ САД		Дерново-глубокоподзолистая	Среднесуглинистая	Древнеаллювиальные отложения	Ровные участки	0,29	0,19
Пд ₃ ТП↓		Дерново-глубокоподзолистая слабосмытая	Тяжелосуглинистая	Покровные глины и суглинки	Ровные участки	1,08	0,72
Пд ₃ САД↓↓		Дерново-глубокоподзолистая, среднесмытая	Среднесуглинистая	Древнеаллювиальные отложения	Крутые участки склонов	7,05	4,70
Д ^{оп} ₁ САД		Дерновая оподзоленная малогумусная	Среднесуглинистая	Древнеаллювиальные отложения	Ровные участки	6,09	4,06
Д ^{оп} ₁ САД↓		Дерновая оподзоленная малогумусная, слабосмытая	Среднесуглинистая	Древнеаллювиальные отложения	Крутые участки склонов	0,75	0,50
ДБСЭ ₁ ↓↓		Дерново-бурая, среднесмытая	Среднесуглинистая	Элювий пермских глин	Верхняя часть склона	8,89	5,93
ДБТЭ ₁		Дерново-бурая	Тяжелосуглинистая	Элювий пермских глин	Склоновые гребни	2,32	1,55
ДБСЭ ₁ ↓		Дерново-бурая, слабосмытая	Среднесуглинистая	Элювий пермских глин	Склоновые гребни	0,95	0,63
ДБСЭ ₁		Дерново-бурая	Среднесуглинистая	Элювий пермских глин	Склоновые гребни	4,43	2,95

Чашин А.Н., Лобанова Е.С. Возможности использования цифровой модели рельефа
в крупномасштабном почвенном картографировании (Пермский район Пермского края)

Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

Индекс	Цвет по [12]	Название почвы	Гранулометрический состав	Почвообразующая порода	Условия залегания по рельефу	Площадь	
						га	%
ДБСЭ ₁ ↓↓		Дерново-бурая, среднесмытая	Среднесуглинистая	Элювий пермских глин	Перегибы склонов	3,67	2,45
ДБСЭ ₁ ↓		Дерново-бурая, слабосмытая	Среднесуглинистая	Элювий пермских глин	Склоновые гребни	14,04	9,36
ДК ^в ₁ СЭ ₅		Дерново-карбонатная выщелоченная малогумусная	Среднесуглинистая	Элювий известняков	Перегибы склонов	0,11	0,07
ДК ^в ₂ ТЭ ₅		Дерново-карбонатная выщелоченная среднегумусная	Тяжелосуглинистая	Элювий известняков	Склоновые гребни	1,62	1,08
Дг ₁ СД		Дерново-поверхностно-глееватая малогумусная	Среднесуглинистая	Делювиальные отложения	Бессточные понижения	24,31	16,21
Дг ₁ ТД		Дерново-поверхностно-глееватая малогумусная	Тяжелосуглинистая	Делювиальные отложения	Бессточные понижения	2,80	1,87
Днмг ₁ ТД		Дерновая намытая поверхностно-глееватая	Тяжелосуглинистая	Делювиальные отложения	Бессточные понижения	0,52	0,35
						150	100

В отобранных образцах почв во время заключительного камерального периода определены физико-химические свойства (табл. 3).

Таблица 3. Физико-химические свойства некоторых почв на разных элементах рельефа

Горизонт, глубина образца, см	Гумус, %	В мг-экв на 100 г почвы			V, %	pH _{KCl}
		S	Hг	ЕКО		
Бессточные понижения						
Разрез 6. Дерновая намытая поверхностно-глееватая малогумусная среднemosная тяжелосуглинистая на делювии						
А пах 0-25	2,30	21,4	2,19	23,6	90,7	5,72
А1 25-39	2,02	23,4	1,53	24,9	94,0	5,90
В1 39-65	1,95	21	1,31	22,3	94,2	5,93
Ag1 65-81	2,15	20,8	1,53	22,3	93,3	5,93
Bg 81-126	0,41	20,6	1,53	22,1	93,2	5,71
С >126	0,42	20,2	1,75	22	91,8	5,33
Ровные участки						
Разрез 15. Дерново-глубокоподзолистая среднепахотная среднекультуренная среднесуглинистая на покровных отложениях						
А пах 0-25	1,83	18,8	2,19	21	89,5	5,83
А2 25-48	0,74	19,6	1,97	21,6	90,7	5,60
А2В 48-51	0,62	23,4	1,97	25,4	92,1	5,46
В1 51-6782	0,52	23,8	2,19	26	91,5	5,22
В2 82-110	0,34	22,8	2,85	25,7	88,7	4,64
С >110	0,37	24,4	3,50	27,9	87,5	4,91
Крутые участки склонов						
Разрез 5. Дерново-бурая среднemosная тяжелосуглинистая на элювии пермских глин,						
А пах 0-25	1,66	17,4	1,31	18,7	93,0	5,48
А1В 30-38	1,61	21	1,10	22,1	95,0	5,79
В1 38-61	1,55	27,8	1,10	28,9	96,2	4,88
В2 61-95	0,94	22,6	1,53	24,1	93,8	5,48
ВС 95-105	0,76	30,4	1,97	32,4	93,8	5,00
С >105	0,66	27,4	1,10	28,5	96,1	5,30

Из таблицы видно, что от крутых участков склонов к бессточным понижениям происходит закономерная смена процессов вымывания на процессы накопления гумусовых веществ и обменных оснований. Однако наиболее резко содержание гумуса по профилю убывает на ровных участках, что, вероятно, связано с усилением промывного водного режима плоских поверхностей. Реакция среды почв варьирует от среднекислой до слабокислой, и на ровных участках в дерново-подзолистых почвах значения pH заметно уменьшаются вниз по профилю, что обусловлено кислой почвообразующей породой.

Поскольку на обследованном участке крупномасштабное почвенное картографирование ранее проведено институтом УРАЛГИПРОЗЕМ, выполненная почвенная карта представляет результат корректировки почвенной карты Учхоза «Липовая гора» 1987 года в масштабе 1:10000 [3]. При сравнении (рис. 7) заметно значительное увеличение почвенных контуров на скорректированной почвенной карте. Их число возросло с 18 до 97.

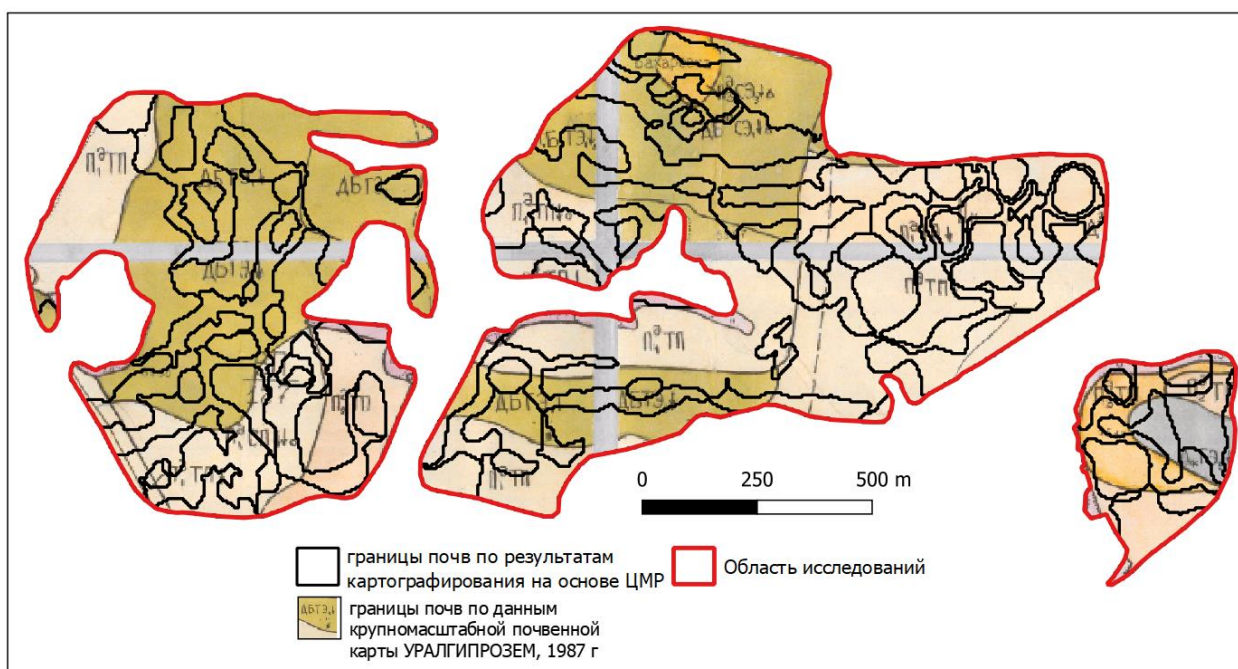


Рис. 7. Расположение контуров на фоне фрагмента крупномасштабной почвенной карты 1987 года

Выводы

Таким образом, применение в крупномасштабном почвенном картографировании современных методов обработки цифровой модели рельефа позволяет эффективно выполнять планирование и проведение полевых работ по корректировке крупномасштабных почвенных карт. При существующих нормативах данный подход позволяет выделить значительно больше почвенных контуров, чем в традиционном крупномасштабном почвенном картографировании на топографической основе. В условиях сложного рельефа Пермского района Пермского края существует четкая зависимость почв от элементов рельефа. Наиболее заметная связь наблюдается на участках бессточных понижений, где сформировались дерново-глеевые почвы, и перегибах склонов с дерново-бурными и дерново-карбонатными почвами.

Список использованных источников

1. Калиев М.И., Федотова А.В. Формирование картографического материала на основе переработанных почвенных картосхем с наземной корректировкой границ территорий землепользования // АгроЭкоИнфо. – 2020, №4. http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2020/4/st_418.pdf.
2. Шихов А.Н., Черепанова Е.С., Пьянков С.В. Геоинформационные системы: методы пространственного анализа: учеб. пособие. – Пермь: Перм. гос. нац. исслед. ун-т., 2017. – 88 с.
3. Почвы учхоза ПСХИ-2 «Липовая гора» Пермского района Пермской области и рекомендации по их использованию. – Пермь: Пермский филиал УРАЛГИПРОЗЕМ, 1987. – 95 с.
4. McBratney A.B., Mendonça Santos M.L., Minasny B. On digital soil mapping // Geoderma. – 2003. – Vol. 117. – No. 1–2. – P. 3–52.
5. Савин И.Ю. Проблема масштаба в современной почвенной картографии // Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева. – 2019. – Вып. 97. – С. 5-20.
6. Евдокимова Т.И. Почвенная съемка: Учеб. пособие. — 2-е изд., перераб. и доп. — М.: Изд-во МГУ, 1987. – 271 с.
7. Общесоюзная инструкция по почвенным обследованиям и составлению крупномасштабных почвенных карт землепользования. – М.: Колос, 1973. – 95 с.
8. Самофалова И.А., Лобанова Е.С. Почвоведение: лабораторный практикум. – Пермь: ФГБОУ ВО Пермский ГАТУ, 2020. – 115 с.
9. Watkins, R.L. Terrain Metrics and Landscape Characterization from Bathymetric Data: SAGA GIS Methods and Command Sequences. Report Prepared for the Ecospatial Information Team, Coral Reef Ecosystem Division, Pacific Islands Fisheries Science Scenter: Honolulu, HI, under NOAA Contract Number WE-133F-15-SE-0518. Available online: Ftp://ftp.soest.hawaii.edu/pibhmc/website/webdocs/documentation/linkages_project_methods_final.pdf (accessed on 20.02.2021).
10. Exploring a subset of SAGA's Terrain Analysis tools. Available online: https://dges.carleton.ca/CUOSGwiki/index.php/Exploring_a_subset_of_SAGA%27s_Terrain_Analysis_tools (accessed on 20.02.2021).
11. Митрополова Л.В. Картография почв: учебное пособие. – Уссурийск: ФГБОУ ВО Приморская ГСХА, 2017. – 108 с.
12. Условные обозначения для крупномасштабных почвенных карт / «Росгипрозем»; Сост. А.А. Жиров, В.М. Немцов, В.К. Кальван. – М.: Картографический филиал института «Росгипрозем», 1974. – 47 с.

Чашин А.Н., Лобанова Е.С. Возможности использования цифровой модели рельефа
в крупномасштабном почвенном картографировании (Пермский район Пермского края)

.....
Электронный научно-производственный журнал
«АгроЭкоИнфо»

=====

Цитирование:

Чашин А.Н., Лобанова Е.С. Возможности использования цифровой модели рельефа
в крупномасштабном почвенном картографировании (Пермский район Пермского края)
[Электрон. ресурс] // АгроЭкоИнфо: Электронный научно-производственный журнал. –
2021. – №2. – Режим доступа: http://agroecoinfo.narod.ru/journal/STATYI/2021/2/st_212.pdf.