



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ

МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ ПРАКТИКИ В ЧАШНИКОВО (МОСКОВСКАЯ ОБЛАСТЬ)

ПАНИНА ЛЮДМИЛА ВИКТОРОВНА
ЗАЙЦЕВ ВЛАДИМИР АЛЕКСАНДРОВИЧ
ГАБДУЛЛИН РУСЛАН РУСТЕМОВИЧ
МАНУИЛОВА ЕКАТЕРИНА АЛЕКСЕЕВНА
АГИБАЛОВ АЛЕКСЕЙ ОЛЕГОВИЧ
СИМОНОВ ДМИТРИЙ АНДРЕЕВИЧ

ГЕОЛФАК МГУ

КОНСПЕКТ ПОДГОТОВЛЕН
СТУДЕНТАМИ, НЕ ПРОХОДИЛ
ПРОФ. РЕДАКТУРУ И МОЖЕТ
СОДЕРЖАТЬ ОШИБКИ.
СЛЕДИТЕ ЗА ОБНОВЛЕНИЯМИ
НА VK.COM/TEACHINMSU.

ЕСЛИ ВЫ ОБНАРУЖИЛИ
ОШИБКИ ИЛИ ОПЕЧАТКИ,
ТО СООБЩИТЕ ОБ ЭТОМ,
НАПИСАВ СООБЩЕСТВУ
VK.COM/TEACHINMSU.



БЛАГОДАРИМ ЗА ПОДГОТОВКУ КОНСПЕКТА
СТУДЕНТКУ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ФАКУЛЬТЕТА МГУ
СЕМАНОВУ АНАСТАСИЮ СЕРГЕЕВНУ

Содержание

Лекция 1. Методические аспекты проведения геолого-геоморфологической практики	6
1.1. Введение в курс	6
1.2. Местоположение района практики	8
1.3. Геоморфология Чашниковой впадины	8
1.4. Речные долины Клязьмы и Радомли	10
1.5. Овражная сеть	11
1.6. Тектоника	12
1.7. Стратиграфия дочетвертичных отложений	13
1.8. Стратиграфия четвертичных отложений	16
1.9. Четвертичные отложения района практики	17
1.10. Неотектоника	26
1.11. Этапы формирования рельефа Чашниковой впадины	28
1.12. Современные геологические процессы	30
Лекция 2. Методика построения геоморфологической карты	34
2.1. Топографическая карта	34
2.2. Построение геоморфологической карты	34
2.3. Цикловые долины и терраса	35
2.4. Легенда к геоморфологической карте и пример построения карты	36
2.5. Необходимые материалы, которые должны быть в отчете	38
2.6. Электронное учебное пособие	38
Лекция 3. Коренные образования и гидрогеология Московской синеклизы	39
3.1. Коренные образования в районе Чашниково и в других районах Московской синеклизы	39
3.2. Литологические методы расчленения отложений	43
3.3. Геофизические исследования	46
3.4. Климатостратиграфический метод	52
3.5. Метод статического зондирования	54
3.6. Подземные воды	55
Лекция 4. Полевые методы изучения Чашниковой впадины	59
4.1. Полевые маршруты	59
4.2. Полевой дневник	59
4.3. План описания точки в геологическом маршруте	61
4.4. База данных по изучению литологии пород	71
Лекция 5. Методика камеральной обработки материалов	76

5.1. Методика	76
5.2. Работа с коллекцией образцов горных пород	76
5.3. Работа с топографической картой	79
5.4. Построение продольных и поперечных профилей оврагов	80
5.5. Оформление карты фактического материала	82
5.6. Оформление стратиграфической колонки дочетвертичных отложений	83
5.7. Построение стратиграфической колонки четвертичных отложений	84
5.8. Оформление геоморфологической карты и построение геолого-геоморфологических профилей	85
5.9. Построение схем сопоставления стратиграфических колонок, полученных в ходе маршрутных наблюдений	88
5.10. Структура оформления отчета	88
Лекция 6. Маршрут: База МГУ – овраг Красный воин	92
6.1. Цель маршрута на овраг Красный воин	92
6.2. Маршрут база МГУ – овраг Красный воин	92
6.3. Пример проведения маршрута в район Красный Воин	94
Лекция 7. Эманационные радоновые и водородные исследования	99
7.1. Общая характеристика методики эманационных радоновых исследований	99
7.2. Апробация упрощенной методики измерения объемной активности радона в Чашниково и Северном Приладожье	100
7.3. Методика измерения концентрации водорода (по Сывороткину и др., 2018)	104
Лекция 8. Морфометрические карты Чашниковской впадины	108
8.1. Морфоструктурный анализ	108
8.2. Цифровая модель и цифровой рельеф	109
8.3. Программа ArcGIS	110
8.4. Цифровая модель рельефа	111
8.5. Построение морфометрических карт	112
Лекция 9. Построение карты современных процессов	121
9.1. Построение карты современных процессов	121
9.2. Построение карты крутизны склона	122
9.3. Карта интенсивности овражной эрозии	123
9.4. Построение карты речной эрозии	125
9.5. Выделение областей аккумуляции	126
9.6. Сведение ранее построенных карт в одну карту	127
9.7. Крутизна склона	129
9.8. Цифровая модель рельефа	130

9.9. Карта интенсивности плоскостного смыва.....	131
9.10. Преимущества построения карты с помощью ГИС-технологий	132
9.11. Карта современных процессов.....	134

Лекция 1

Методические аспекты проведения геолого-геоморфологической практики

1.1. Введение в курс

В этой части описывается место проведения практики; краткая историческая справка; цели, задачи; связь наук почвоведения, геологии, геоморфологии

Геолого-геоморфологическая практика является завершением учебного курса «Общая геология». Место проведения практики – живописная долина реки Клязьма, которая протекает в северо-западной части Московской области, в 9 км севернее г. Зеленограда.

Практика проходит в историческом месте. Здесь, начиная с XVII века владельцами села Чашниково были Собакины. От прежних хозяев усадьбы до нашего времени сохранился конный двор, построенный в стиле ампир первой четверти XIX века, а также пруд с липовым парком (рис. 1.1).



Рис. 1.1. Конный двор

Главная задача практики – научить студентов особенностям проведения геолого-геоморфологических исследований в полевых и камеральных условиях. Особенностью практики является картирование форм рельефа разного возраста и генезиса.

Краткая историческая справка

Практика основана в 1971 году. У её истоков стояли профессора кафедры динамической геологии геологического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова: Николай Иванович Николаев и Наталья Петровна Костенко. Сначала практика проводилась в районе города Пущино на Оке, затем на полигоне географического факультета МГУ «Сатино», что в окрестностях города Боровска Калужской области, а с 1978 года местом прохождения учебной практики студентами факультета почвоведения становится территория, прилегающая к АгроБиоСтанции (АБС) - «Чашниково» факультета почвоведения МГУ им. М.В. Ломоносова.

АБС была организована в 1949 году, а в 1992 года она была преобразована в Учебный Опытный Почвенно-Экологический Центр (УОПЭЦ) и под таким названием существует и сейчас. Начальниками практики в разные годы были старший научный сотрудник Сычева-Михайлова Анна Михайловна и доцент Макарова Наталья Валентиновна.

В настоящее время, начиная с 2002 г. проведением практики руководит доцент кафедры динамической геологии Панина Людмила Викторовна. В проведении практики принимают участие преподаватели, сотрудники и аспиранты кафедры динамической геологии.

Цель практики - показать на конкретных природных объектах роль геолого-геоморфологических факторов и современных геологических процессов в формировании, развитии и сохранности почвенного покрова Земли - предмета исследования будущих почвоведов.

Почему существует такая практика для почвоведов?

Связь наук почвоведения, геологии и геоморфологии

Почвоведение – наука об образовании, строении, составе и свойствах почв. Возникла в конце XIX века на стыке геологии, биологии и географии.

В.В. Докучаев выделил 5 факторов почвообразования (рис. 1.2).



Рис. 1.2. Пять факторов почвообразования

Геология - совокупность наук о строении земли, её происхождении и развитии, направленных на изучение эндогенных и экзогенных геологических процессов вещественного состава; структуры земной коры и литосфера всеми доступными методами с привлечением данных других наук и дисциплин.

Геоморфология – наука о рельефе твердой оболочки Земли, его происхождении, развитии в пространстве и времени (Н.П. Костенко, 1999)

1.2. Местоположение района практики

Район практики расположен в центральной части Восточно - Европейской платформенной равнины, в пределах Клинско-Дмитровской гряды Клинско-Дмитровская грязда (восточное продолжение Смоленско-Московской возвышенности) прослеживается в субширотном направлении, начинаясь северо-восточнее г. Волоколамска от меридиана г. Клин на западе и заканчиваясь восточнее г. Переяславль-Залесский, где обрамляется долиной реки Нерль. Абсолютные отметки рельефа в области Клинско-Дмитровской гряды колеблются от 220 до 240 м., увеличиваясь к северо-востоку от г. Солнечногорска 280-295 м, а в районе практики ниже - 212-215 м.

По А.И.Спиридову (1969) Клинско-Дмитровская грязда – пластовая денудационно-останцовая возвышенность на размытом верхнеюрском и меловом основании (рис. 1.3).

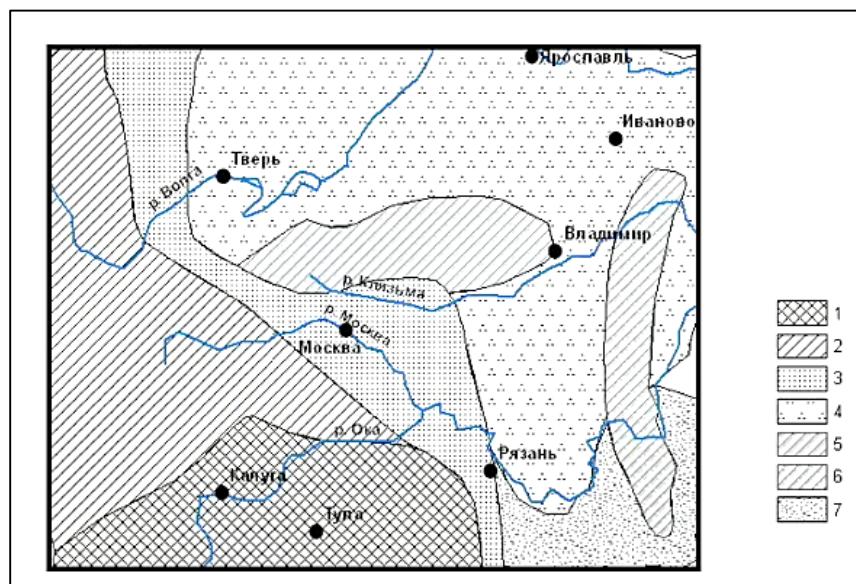


Рис. 1.3. Клинско-Дмитровская грязда

1.3. Геоморфология Чашниковской впадины

Чашниковская впадина расположена в центральной части Восточно-Европейской платформенной равнины, в пределах Клинско-Дмитровской гряды и окружена ее южными отрогами: Алабушевской и Льяловкой грядами с абсолютными отметками 212-228 м.

Максимальная ширина впадины не превышает 1,5 км, протяженность (между дер. Радомля - на северо-западе и наукоградом Менделеево - на юго-востоке) не более 5 км (рис. 1.4).

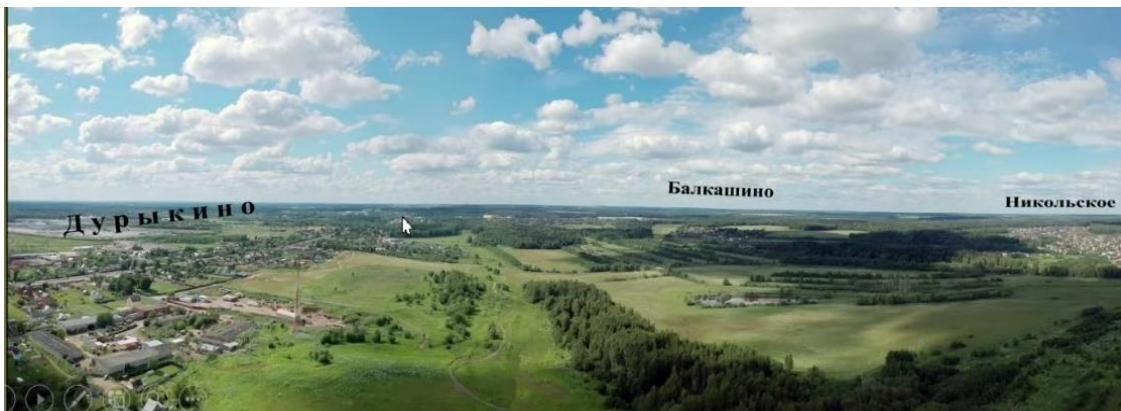


Рис. 1.4. Долина р.Клязьма

Чашниковская впадина асимметрична: её левый (северный) склон более крутой по сравнению с правым (южным). Вдоль центральной части впадины протекает река Клязьма, являющаяся левым притоком реки Оки. Правым притоком р. Клязьмы служит р. Радомля, которая впадает в Клязьму в районе с. Радомля на севере района практики. Абсолютные отметки на водоразделах до 215 -228 м, на пойме снижаются до 183,75 - 181,25 м (рис. 1.5).

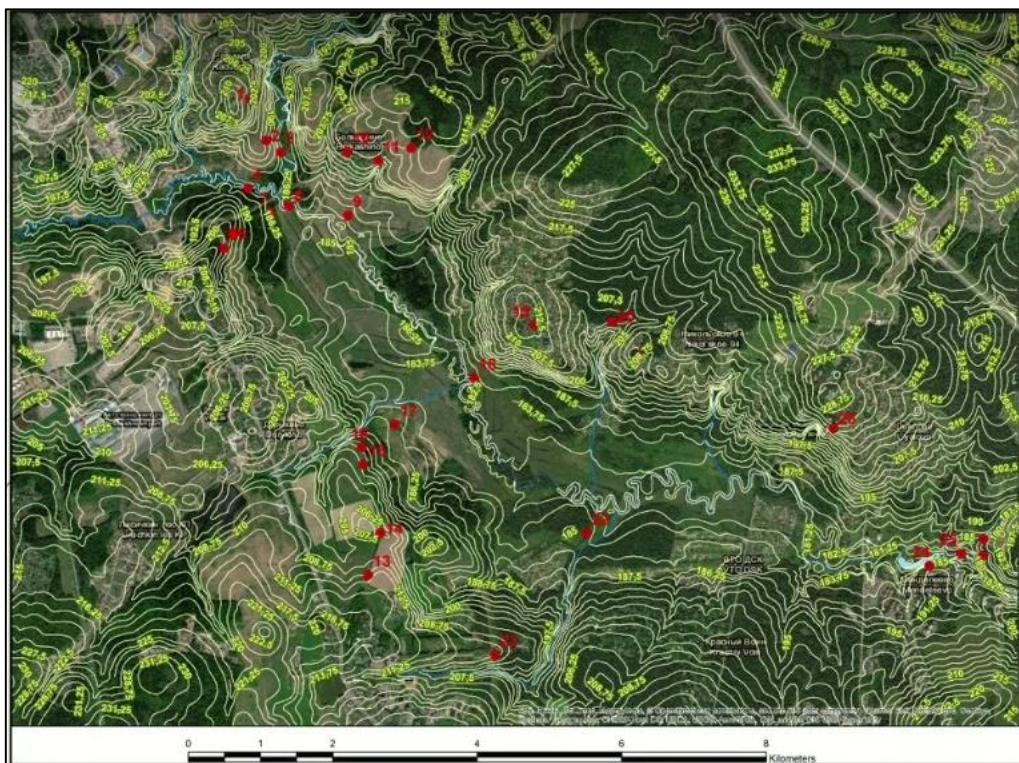


Рис. 1.5. Карта Чашниковской впадины

В восточной части долина р. Клязьма сужается, высотные отметки на водоразделе увеличиваются и составляют более 228 м (Льялово) (рис. 1.6).



Рис. 1.6. Рельеф восточной части Чашниковской впадины

1.4. Речные долины Клязьмы и Радомли

Террас у рек всего 3. Высоты террас измеряются над урезом реки. Их абсолютные отметки представлены в таблице 1.1. На рис. 1.7-1.8 представлена долина р. Клязьма в различных районах.



Рис. 1.7. Долина р. Клязьма в районе наукограда Менделеево. Видна 1-я терраса и высокая пойма



Рис. 1.8. Прямолинейный характер русла р. Клязьма в Менделеево

Таблица 1.1. Абсолютные отметки террас р. Клязьма

Местоположение	Третья терраса		Вторая терраса		Первая терраса		Высокая пойма	
	Высота (м)	Абс. Отметки (м)	Высота (м)	Абс. Отметки (м)	Высота (м)	Абс. Отметки (м)	Высота (м)	Абс. Отметки (м)
Радомля	29	211.25	11	195	3.5	187.5	1	185
Балкашино	24	207.5	16.5	200	4	187.5	2.5	185
Никольское	30	121.5	17.6	200	5	187.5	2.5	184
Льялово	29.5	210	19.5	200	9.5	190	4	185
Менделеево	29	210	19.5	200	9	190	4	185
Чашниково	24-26	205-207	19	200	6.5	187.5	3	184

1.5. Овражная сеть

Помимо постоянных потоков на территории практики развита овражная сеть (рис. 1.8).

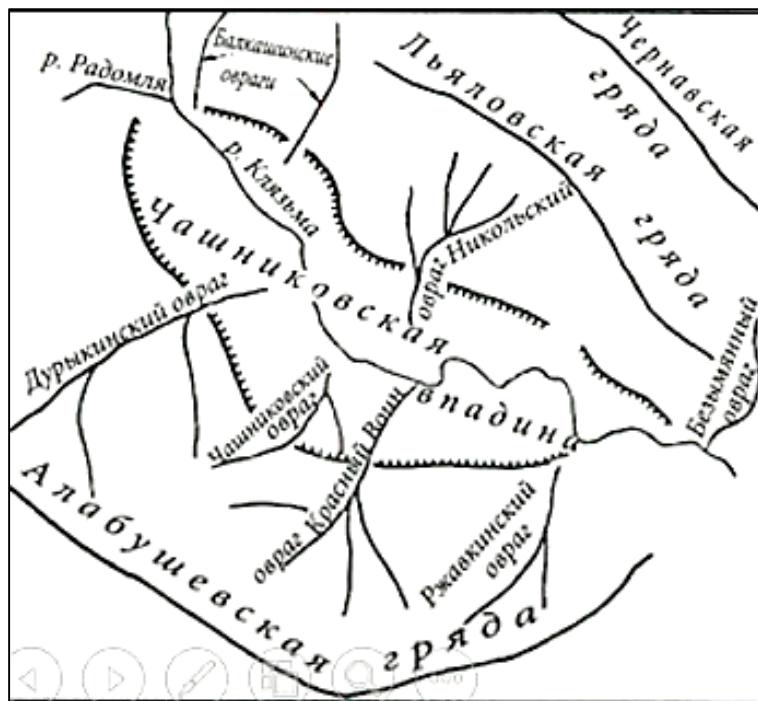


Рис. 1.9. Овражная сеть Чашниковой впадины

Овражная сеть начала формироваться в позднем неоплейстоцене и формируется в голоцене.



Рис. 1.9. Дурыкинский овраг

1.6. Тектоника

В тектоническом отношении Чашниковская впадина расположена в пределах юго-западного крыла Московской синеклизы

Московская синеклиза (цифра IV) – крупная отрицательная структура древней Восточно-Европейской платформы (ВЕП) (рис. 1.10).

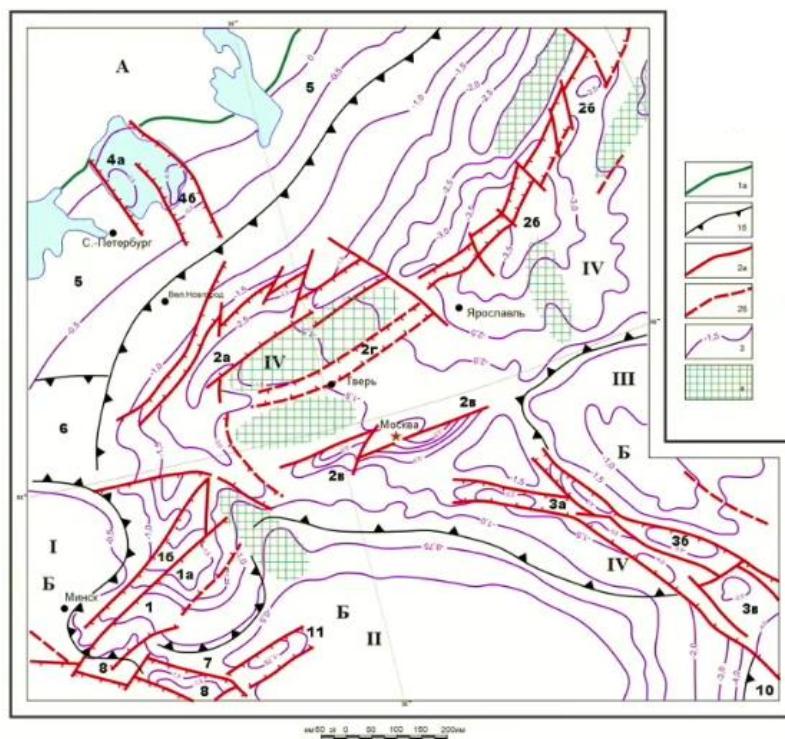


Рис. 1.10. Структурная карта поверхности фундамента центральной части Восточно-Европейской платформы (по Р.Г. Гарецкому, М.А. Нагорному, 2006)

В строении платформы выделяются два структурных этажа:

- нижний - так называемый кристаллический фундамент, который сложен сложно дислоцированными метаморфическими (гнейсы, сланцы, кварциты) образованиями архея и нижнего протерозоя, пронизанными гранитоидными интрузиями;

- верхний - осадочный чехол, представленный осадочными породами верхнего протерозоя (рифя - венда) и фанерозоя (от кембрия до квартера). Эти этажи соответствуют этапам развития платформы.

Первый этап датируется археем и ранним протерозоем, второй - включает две стадии. Первая стадия охватывает рифей - ранний венд. В течение этого времени происходило образование глубоких и узких грабенообразных впадин - авлакогенов, выполненных слабо метаморфизованными, а иногда и дислоцированными рифейскими и нижневендинскими комплексами. Возникновение авлакогенов, наложенных на древнее архейское метаморфизованное основание, произошло в течение байкальского тектономагматического цикла развития.

Вторая стадия (плитная) цикла развития. началась в позднем венде и сопровождалась существенной тектонической перестройкой, выразившейся в отмирании авлакогенов и формировании обширных пологих впадин синеклиз, развивавшихся на протяжении всего фанерозоя. Одной из них является Московская синеклиза, расположенная в центральной части Восточно-Европейской платформы (рис. 1.11).

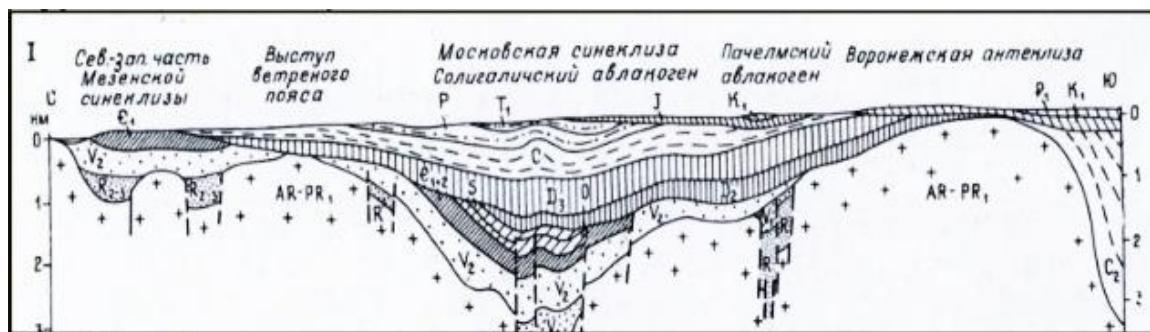


Рис. 1.11. Положение Московской синеклизы в структуре Восточно-Европейской платформы (по Н.С. Иголкиной, упрощениями, из книги Е.Е. Милановского, 1996)

1.7. Стратиграфия дочетвертичных отложений

Ближайшая скважина в районе практики, которая вскрывает фундамент, находится в поселке Поварово.

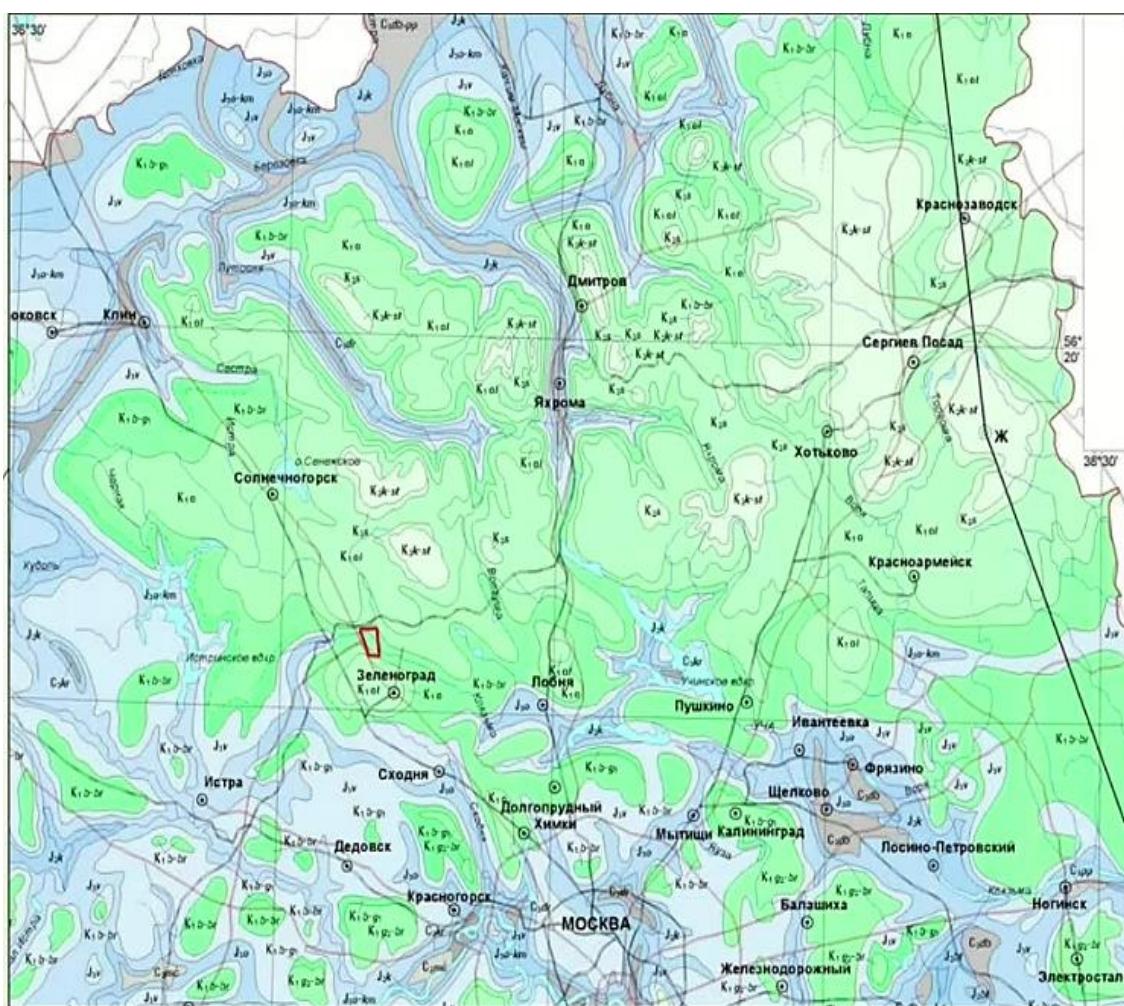
Здесь фундамент вскрыт на глубине 1763 - 1779,4 м. Породы представлены кварц-полевошпатовыми микрогнейсами, падающими под углом 30°. Гнейсы разбиты системой трещин и серпентин-хлоритовыми жилками, по которым наблюдаются

выделения мелких кристаллов гематита. Выше залегают терригенные отложения венда (507 м), перекрытые породами палеозоя-кайнозоя (1256 м).

Суммарная мощность девонских терригенно-карбонатных отложений 806 м, каменноугольных карбонатных и глинистых 310 м, верхнеюрских глин и мергелей и меловых песков и песчаников - 80 м. Эти породы образовались в бассейнах морского типа.

Четвертичные отложения лежат на меловых отложениях. На карте (рис.1.12) красным цветом показан район практики. В данном месте отложения представлены породами мелового и четвертичного возраста.

Вскрытые несколькими скважинами (село Никольское, Льялово; деревня Дурыкино) нижнемеловые отложения подстилают четвертичные.



Взаимоотношения коренных отложений с четвертичными

На рис. 1.13 показано взаимоотношение коренных отложений с четвертичными.



Рис. 1.13. Стенка Спас-Каменского карьера, примерно в 47 км к СЗ от Москвы. 1 - горизонтально залегающие глауконитовые глины мелового возраста; 2 - «карман», сложенный коричневатыми гляциальными суглинками вологодской морены; 3 - гляциальные (суглинки красновато-кирпичного цвета) и флювиогляциальные (косослоистые пески с гравийными и галечными прослойями) московского горизонта (фото А.И. Полетаева, 1996 г.).

Скважины, вскрывшие дочетвертичные отложения: каменноугольные, верхнеюрские и нижнемеловые (рис. 1.14).



Рис. 1.14. Карта местоположения скважин, каналов и колодцев

1.8. Стратиграфия четвертичных отложений

В основе стратиграфического расчленения отложений четвертичной системы (квартера) лежит **климатостратиграфический критерий**, отражающий закономерные периодические изменения климата, которые выражаются в чередовании ледниковых и межледниковых эпох. Нижняя граница четвертичной системы (2,6 млн. лет) согласно последним данным соответствует инверсии Гаусс – Матуяма (Межд. Палеомагнитная шкала, 2012) (рис. 1.15).

Граница эоплейстоцена и неоплейстоцена - 781 тыс. лет соответствует переходу от межледниковых к холодному интервалу. Возраст отложений установлен Ar 40 - Ar39 и соответствует инверсии Матуяма- Брюнес.

Нижний неоплейстоцен расчленен на шесть горизонтов, соответствующих эпохам похолодания и потепления. В четвертичном разрезе нижнего неоплейстоцена отмечаются следы трех самостоятельных оледенений. Донское оледенение - максимальное.

В **среднем неоплейстоцене** выделено шесть региональных горизонтов по 3 межледниковых и ледниковых (снизу вверх): лихвинский, калужский, чекалинский, вологодский, горкинский и московский. Вологодский горизонт коррелятивен днепровскому.

В **позднем неоплейстоцене** выделено четыре региональных горизонтов по 2 межледниковых и ледниковых (снизу вверх): микулинский, калининский, ленинградский, осташковский.

В районе практики развития отложения с вологодского горизонта и выше. То есть с середины неоплейстоцена.

В районе практики на поверхности развиты отложения конечной морены московского горизонта. Средний неоплейстоцен.

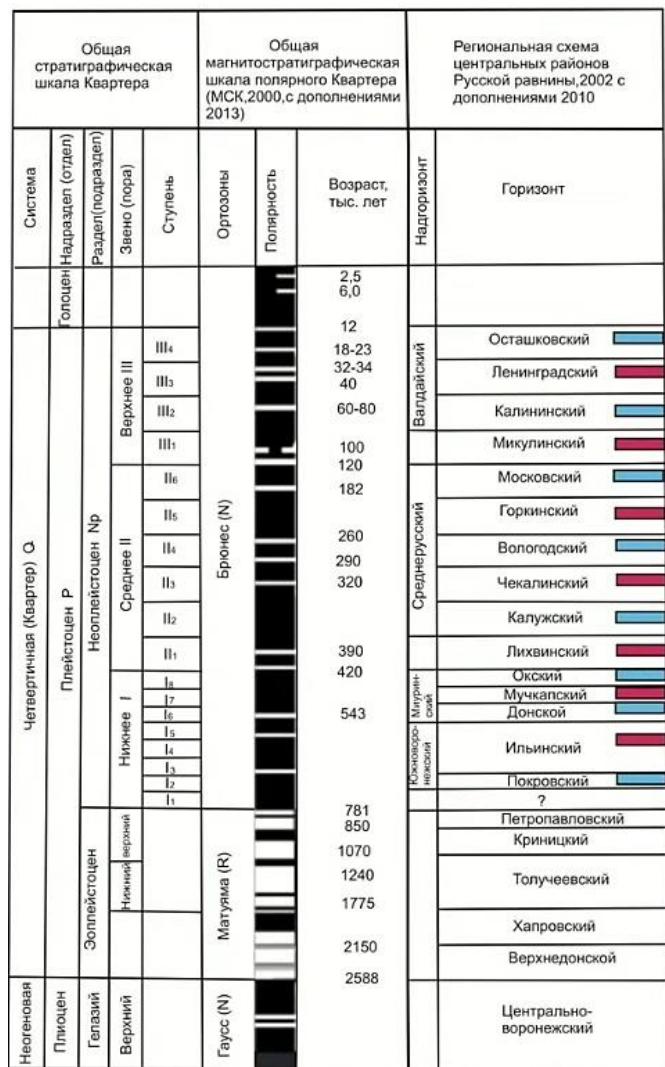


Рис. 1.15. Стратиграфия четвертичных отложений. Голубым цветом показаны ледниковые эпохи, розовым цветом – эпохи межледниковых

1.9. Четвертичные отложения района практики

Четвертичные отложения района практики представлены континентальными типами (рис. 1.16):

- ледниковыми или гляциальными (g),
 - водно-ледниковыми или флювиогляциальными (f),
 - аллювиальными (a),
 - пролювиальными (p),
 - делювиальными (d),
 - озерными (I),
 - коллювиальными (c),
 - эолово-делювиальными (v-d)

- болотными (h)
 - техногенными (t)

Возраст отложений: средний неоплейстоцен - голоцен

система	четвертичный		литологический состав	индекс	характеристика отложений
	раздел	звено			
неплайстоцен	голоцен	горизонт			
неплайстоцен	верхнее	лоннинградский			
среднее		осташковский			
московский					
вологодский	московский				
вологодский					

Рис. 1.16. Четвертичные отложения района практики

Гляциальные отложения вологодского горизонта (gIIv)

gIIv - тёмно-коричневые («шоколадными») суглинками, сильно песчанистые, но местами и тяжёлыми, содержащими гравий, гальку и валуны пород различного состава; если в морене преобладают обломки карбонатных пород, то характерна реакция с соляной кислотой.

В скважинах в районе с. Льялово их полная мощность колеблется от 4,8 м (скважина 2) до 11,0 м (скважина 24), а в скважине № 4275 наукограда Менделеево достигает 22 м (рис. 1.17).



Рис. 1.17. Темно-коричневые суглинки

fIv-ms - серовато-жёлтые, ржаво-бурые разнозернистые косослоистые кварцевые пески с линзами и прослойками гальки и гравия. В скважинах мощность колеблется от 2,2 до 15 м (скважины 2 и 2811).

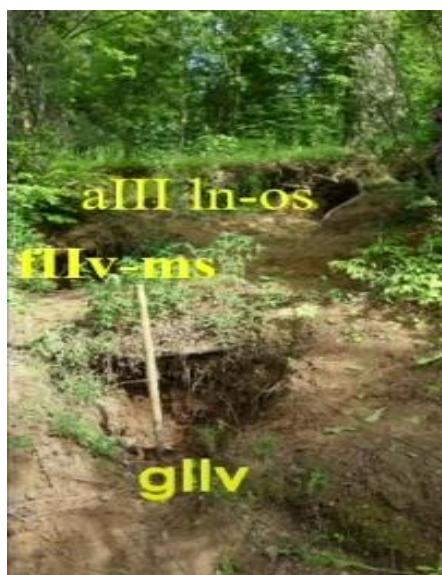


Рис. 1.18. Разрез в районе наукограда Менделеево

Гляциальные (gIIms) отложения

Московская морена представлена кирпично-красными суглинками и широко развита в районе практики, слагая водораздельные поверхности и их склоны, спускаясь по склонам речных долин и подстилая русла рек Радомли и Клязьмы. Она может залегать на дочетвертичных отложениях, на вологодской морене, либо на флювиогляциальных песках вологодско-московского возраста. На водоразделах она иногда перекрывает покровными лёссовидными суглинками (м-в II- III).

На рис. 1.19 показана водораздельная поверхность, которая слагается флювиогляциальными отложениями.



Рис.1.19. Водораздельная поверхность



Рис. 1.20. Гляциальные (gIIms) отложения

Встречаются и валуны (рис .1.22). Среди включений найдены гранитные, гнейсовые и кварцитовые валуны, кремни, карбонатные породы.

Вскрыта скважиной в районе с. Чашниково мощность московской морены составляет 47 м (скв.1805), в скважинах района села Льялово она колеблется от 6,8 м (скв. 7) до 35 м (скв.2811) (рис.1.21).



Рис. 1.21. Гляциальные (gIIms) отложения



Рис. 1.22. Гляциальные (gIIms) отложения

Флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения (fIIms)

Эти отложения формируются в результате таяния ледников. films - пески жёлтого, местами ржавого цвета, рыхлые разнозернистые, разной степени сортировки, кварцевые.

Встречаются глинистые прослои и линзы гальки и щебня, в отложениях наблюдается различная слоистость (косая, горизонтальная, волнистая), что говорит о меняющихся условиях.



Рис. 1.23. Флювиогляциальные (водно-ледниковые) отложения (fIIms)

Эолово-делювиальные (v-d II-III) и делювиальные (dH) отложения

Элювиальные суглинки подстилают водоразделы. Делювиальные отложения подстилают элювиальные отложения (рис. 1.24, 1.25).

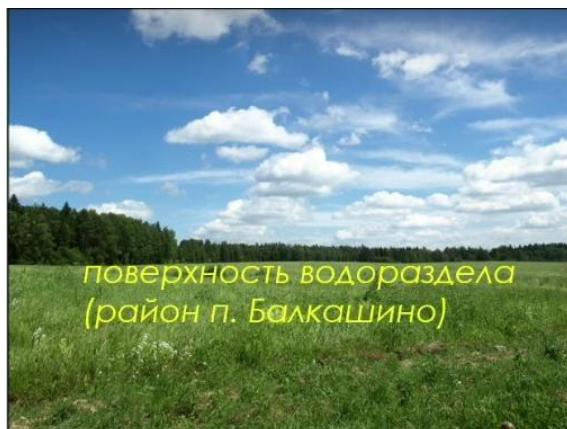


Рис. 1.24. Поверхность водораздела (район п.Балкашино)



Рис. 1.25. Ласточкины гнезда в эолово-делювиальных отложениях (карьер, Радомля)

Аллювиальные отложения (aIII mk-k) второй надпойменной террасы рек Клязьма и Радомля

Эти отложения слагают террасы (рис. 1.26). В данном районе террасы преимущественно аккумулятивные и эрозионно-аккумулятивные, так как условия равнинные. Отложения представлены желтовато-серыми и серовато-палевыми кварцевыми разнозернистыми песками, волнисто-слоистыми, с линзами крупнозернистого песка, гравия и мелкой гальки. Пески местами ожелезнённые, встречаются тонкие глинистые гумусированные прослои.

Слоистость - горизонтальная и волнистая. В скважине 10 (Льялово) аллювий второй террасы представлен суглинками коричневыми, опесчаненными, с гнездами гравия и гальки мощностью до 2,5 м.



Рис. 1.26. Террасы

Аллювиальные отложения ленинградско-осташковского (aIII ln-os) горизонтов. I терраса р. Клязьма

Отложения представлены супесями серого цвета и бурыми средними суглинками мощностью 0,6 м. В районе Балкашино (рис. 1.27).



Рис. 1.27. Аллювиальные отложения ленинградско-осташковского (aIII ln-os) горизонтов. I терраса р. Клязьма

Восточнее в районе Менделеево отложения представлены светло-коричневыми, серыми, жёлтыми кварцевыми песками, разнозернистыми с гравием и галькой, с прослойями супесей (рис. 1.28). Встречаются бурые супеси, суглинки, алевриты, прослои органики. Пески разной степени сортировки, косо- и горизонтально- слоистые. Мощность их составляет 1,3 м.



Рис. 1.28. Аллювиальные отложения ленинградско-осташковского (aIII ln-os) горизонтов. I терраса р. Клязьма

Аллювиальные (aН) отложения поймы р.Клязьмы

Пойма сложена аллювиальными отложениями. Это оторфованные суглинки, с дегритом, встречаются пески и более грубые разности (рис. 1.29).



Рис. 1.29. Аллювиальные (aH) отложения поймы р.Клязьмы

Пролювиальные отложения (рН)

Пролювиальные или отложения конусов рН выноса оврагов развиты в районе практики, где крупные овраги раскрываются на пойму, перекрывая пойменные фации. По составу это серо-бурые или тёмно-серые супеси, суглинки, глины, с примесями песка и редкого мелкого гравия, и дресвы. В расчистке обширного конуса выноса Дурыкинского оврага пролювиальные отложения представлены супесями серовато-коричневого, бурого цвета, гумусированными, с прожилками ожелезнения, с включениями слюды. Мощность до 1 м.

В правом борту оврага в нижней части разреза встречены тёмно-серые пески с включениями щебня гравия, дресвы (0,2 м); выше суглинки с включениями органики (0,4 м) и прослоем торфа (0,15 см); венчается разрез желтовато-бурыми супесями с включениями гальки, щебня, дресвы (0,25 м). Мощность толщи пролювия - 1 м.

Болотные отложения (hН)

Болотные отложения представлены торфом и развиты в разрезах центральной и притеррасного понижения р. Клязьма, где они накапливаются в застойных условиях замкнутых водоемов - старицах рек. Их можно наблюдать в районе Торфяного пруда (притеррасное понижение правого берега реки Клязьмы), в разрезах центральной поймы реки Клязьмы на востоке района. Мощности их составляют 0,2 - 0,3 м.

Озерные отложения (I II и III)

Озерные отложения можно наблюдать в озёрах, прудах. Это, как правило, современные голоценовые отложения. В основном глинистые отложения. Более древние,

озерные отложения среднего неоплейстоцена вскрыты скважинами в районе Менделеево под руслом р.Клязьма.

Геолого-геоморфологический разрез района наукограда Менделеева

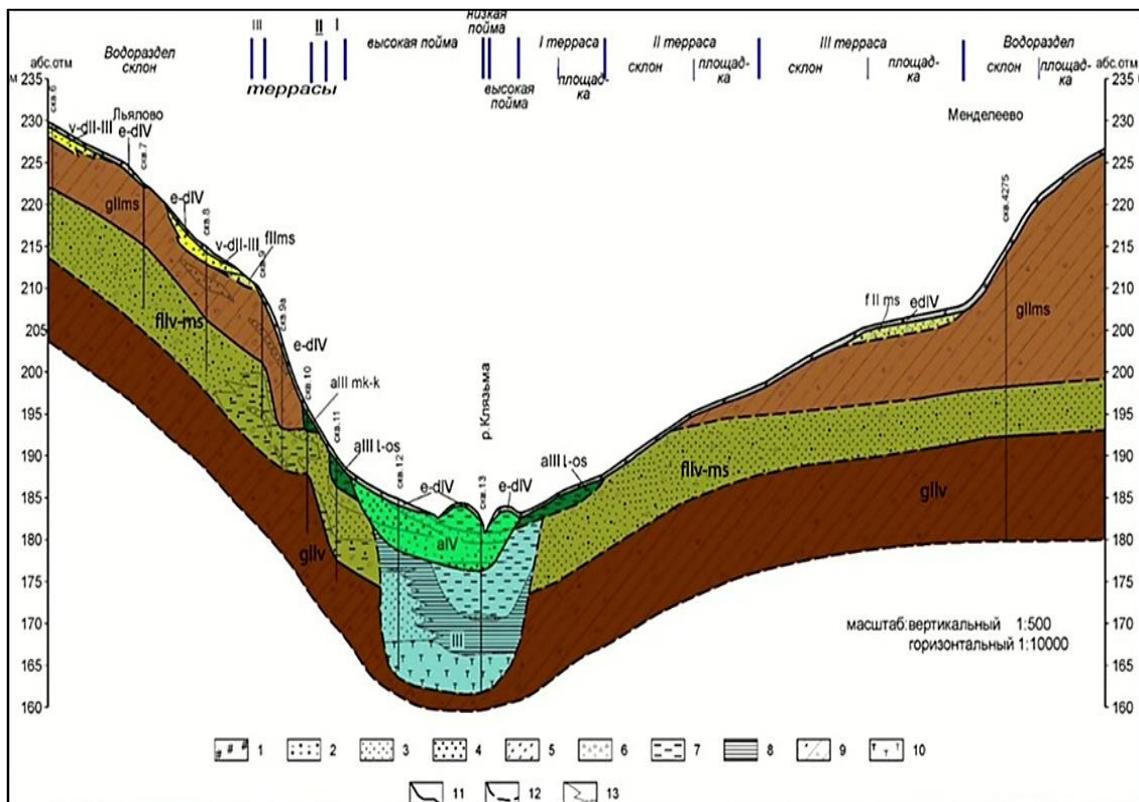


Рис. 1.30. Геолого-геоморфологический разрез района наукограда Менделеева

Геоморфологический профиль строится по водоразделам с увеличенным вертикальным масштабом. Строится рельеф, далее наносятся данные наблюдений.

1.10. Неотектоника

- На новейшем этапе – последние 30 млн лет происходят неотектонические движения. Об этом говорят:
 - Антецентентный характер долины Клязьмы
 - Изменение ширины поймы
 - Характер меандроирования
 - Изменение высот и типов террас, в районах с. Радомля и наукограда Менделеево

Все это указывает на проявление новейших тектонических движений

Структурно-геоморфологические исследования

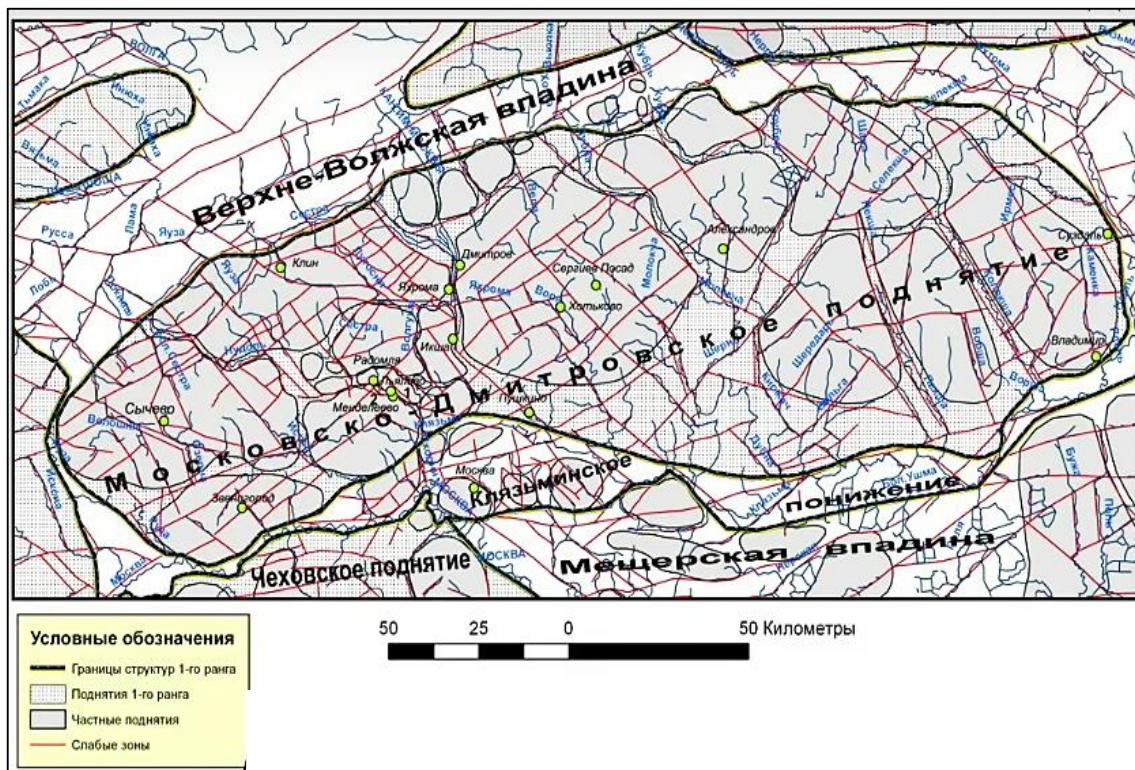


Рис. 1.31. Структурно-геоморфологическая карта Московско-Дмитровского поднятия (масштаб 1:500000), Панина, 2016

По структурно-геоморфологическим признакам (рис. 1.31) выявляется поднятие. Установлен сводово-блочный стиль новейших дислокаций Московско-Дмитровского поднятия, т.е. сочетание частных поднятий, разделенных впадинами, нарушенных слабыми зонами (разрывами, трещинами и др.), преимущественно северо-западного и северо-восточного простирания.

На разрезах можно определить смещение одновозрастных уровней и по ним определить смещения. Красные линии – разрывные нарушения (рис. 1.32).

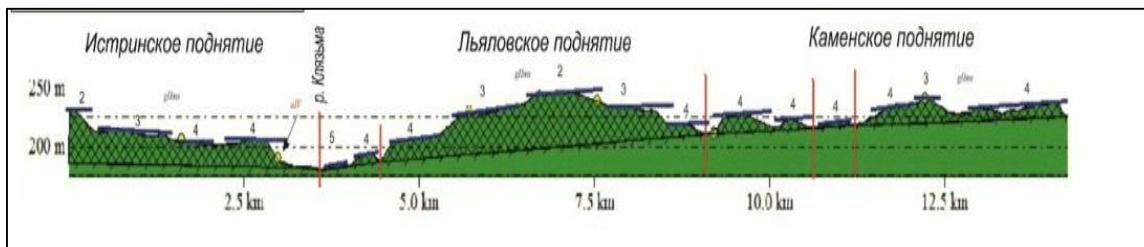


Рис. 1.32. Геоморфологический профиль

Выявленные слабые зоны (линеаменты) северо-восточного проявитания являются отголосками на поверхности зоны крупного разлома фундамента. Для некоторых из них установлены максимальные концентрации эманаций водорода.

1.11. Этапы формирования рельефа Чашниковой впадины

Современный рельеф образовался к началу четвертичного периода и продолжает формироваться в голоцене. На картах четвертичных отложений можно видеть, как основные понятия Льяловское, Алабушевское) и прадолины рек Клязьмы и Радомли уже существовали в то время.

Существует карта дочетвертичных отложений (рис. 1.33) и древняя речная сеть, которая существовала в дочетвертичное время (синий пунктир). Есть современные речные долины, которые отчасти совпадают (голубая линия). Существует цифровая модель рельефа (рис. 1.34), и можем сопоставить две карты. Следовательно, рельеф древний.

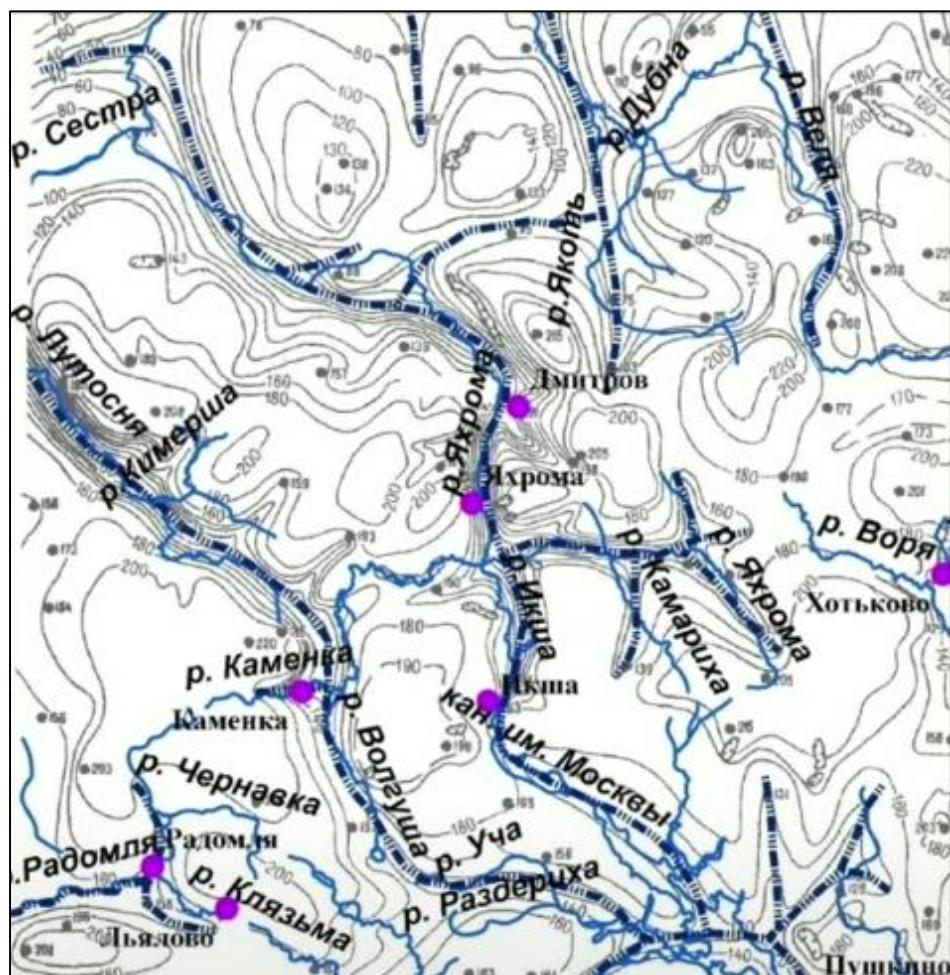


Рис. 1.33. Карта дочетвертичных отложений Чашниковой впадины и ее обрамления

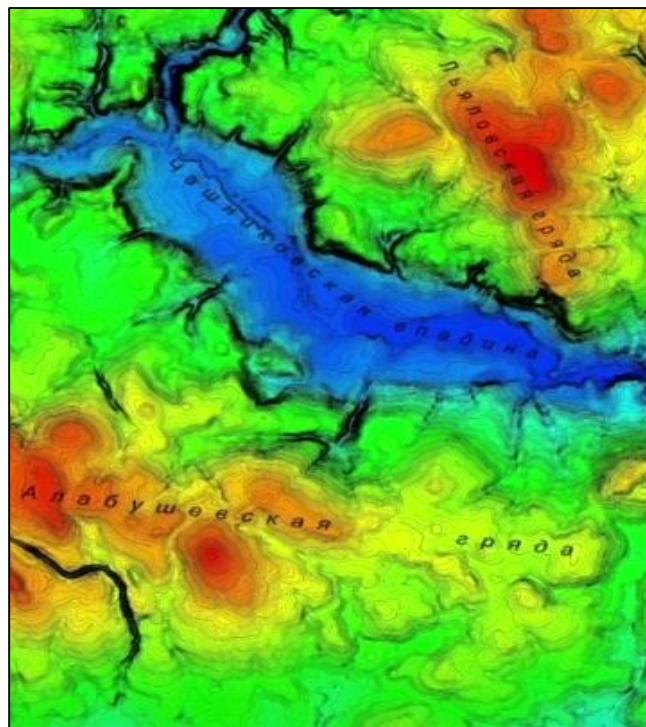


Рис. 1.34. Цифровая модель рельефа (ЦМР) Чаиниковской впадины и ее обрамления

С началом четвертичного периода начинается новый этап формирования рельефа. В это время территория Восточно-Европейской равнины перекрывается ледниками.

Этот рельеф сохранился в виде плоских или полого-холмистых поверхностей водоразделов с абсолютными отметками 212 м и выше, а также в виде их склонов, нарушенных эрозионной сетью. Эти формы рельефа обрамляют Чаиниковскую впадину.

Далее наступает стадия отступания ледника.

Водно-ледниковый рельеф (fPlms) создан во вторую половину московского времени, когда произошло отступание московского ледника и формировались ложбины стока - разливы талых вод. В современном рельефе прежние ложбины выражены широкими (до 2 - 3 км) пологими понижениями, которые, начиная с позднего неоплейстоцена, наследуются реками Клязьмой, Чернавкой, Волгушей и др.

В современном рельефе сохранились фрагменты этого рельефа в виде плоских или слабонаклонных поверхностей третьего надпойменного уровня рек Клязьма и Радомля с абсолютными отметками 211,5- 205м. На этом уровне расположены села Никольское, Радомля, пос. Балкашино.

Флювиальный рельеф постоянных и временных водотоков позднего неоплейстоцена-голоцен. В это время формировались долины рек Клязьмы и Радомли, последующие ложбины талых вод. В микулинско-калининское и ленинградско-

осташковское время формировались вторая и первая надпойменная терраса рек Клязьма и Радомля. В это же время зарождается и овражно-балочная сеть. В голоцене формируются современные русла и поймы рек, новые фрезы оврагов и их конусы выноса.

В голоцене формируются озера, на склонах – оползни и осыпи, делювиальные отложения.

1.12. Современные геологические процессы

К современным геологическим процессам относятся:

- Выветривание
- Склоновые процессы
- Геологическая деятельность оврагов и рек
- Заболачивание
- Суффозия
- Криогенные процессы
- Антропогенная деятельность

Карта современных процессов территории практики представлена на рис. 1.35.

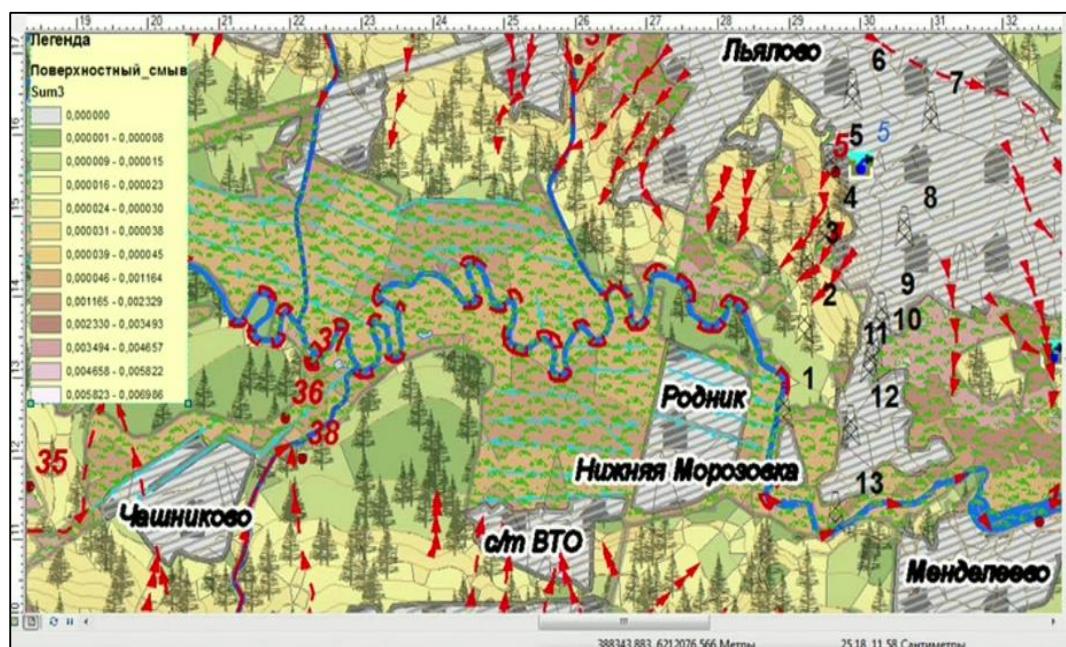


Рис. 1.35. Фрагмент карты современных геологических процессов, построенный с помощью ГИС-технологий (В.А.Зайцев, 2015). Красными линиями показана линейная и боковая эрозия. Цифрами обозначены скважины

Далее на рисунках представлены фотографии современных геологических процессов на территории практики.



Рис. 1.36. Меандрирование р.Клязьма. Боковая эрозия



Рис. 1.37. Заболачивание



Рис. 1.38. Суффозионная воронка на левом склоне долины р.Клязьма (с. Льялово).
Фото А.И. Полетаева, 2012

Суффозия - процесс механического вымывания частиц из породы подземными водами. В результате порода дезинтегрируется, становится рыхлой, уменьшается в объёме, вследствие чего на поверхности образуются просадки, Чаще всего суффозионные впадины или воронки наблюдается в верховьях оврагов, где находится их область питания (рис. 1.38).



Рис. 1.39. Пример морозного пучения гляциальных суглинков и связанная с этим деформация здания



Рис. 1.40. Такырная корочка (на дне карьера Радомля), развитая на поверхности суглинков московской морены (фото А.И.Полетаева, 1983)



Рис. 1.41. Антропогенная деятельность

Лекция 2

Методика построения геоморфологической карты

2.1. Топографическая карта

Геоморфологическая карта отражает формы рельефа, генезис или происхождение и возраст. Формами рельефа могут быть поверхности водоразделов и надпойменных террас, их склоны, тальвеги и днища оврагов и их склоны и др.

Основой для геоморфологической карты служит топографическая карта.

Топографическая карта, совмещенная с аэроснимком — основа для геоморфологической карты.



Рис. 2.1. Топографическая карта района практики

2.2. Построение геоморфологической карты

Существуют несколько типов рельефа. Согласно легенде, в районе по происхождению картируются следующие типы рельефа:

- Ледниковый
- Водно-ледниковый
- Флювиальный (постоянных и временных водных потоков)
- Оползневой
- Полигенный
- Техногенный

Каждый тип показывается определенным цветом.

Указываются сами формы рельефа: поверхности водоразделов и надпойменных террас, их склоны, тальвеги и днища оврагов и их склоны и др. и их абсолютные отметки.

Важно! Картируются одновозрастные элементы рельефа. В случае террас объединяются поверхность террасы и вышерасположенный склон, т.е. цикловые террасы или долины.

2.3. Цикловые долины и террасы

Терраса состоит из площадки и уступа (нижерасположенный склон). Террасы измеряются от уреза реки. Поверхность террасы и нижерасположенный склон – это разновозрастные типы рельефа. Существовало древнее днище реки, далее меняется базис эрозии и начинается новая стадия развития. Все начинается со вреза. Далее стадия боковой эрозии (река растет вширь). Далее снова изменится базис эрозии и так далее. Река постепенно вырабатывает свое русло новым базисом эрозии. В результаты остаются площадки и склоны. Площадка от предшествующего цикла, а склон более молодой. Нам необходимо картировать одновозрастные элементы. Это площадка и вышерасположенный склон. Цикловые долины отражают стадии формирования, а террасы отражают элементы рельефа, которые разновозрастные.

Существуют эрозионные террасы – без аллювия, когда площадка и склон сложены коренными породами. Эрозионной террасой на территории практики можно считать третью террасу. Эрозионно-аккумулятивная терраса – 1 терраса в районе Менделеево, где площадка сложена аллювием, а склон сложен древними отложениями. У аккумулятивных террас и площадка и склон сложены аллювиальными комплексами. Например, это первая терраса в районе Балкашино.

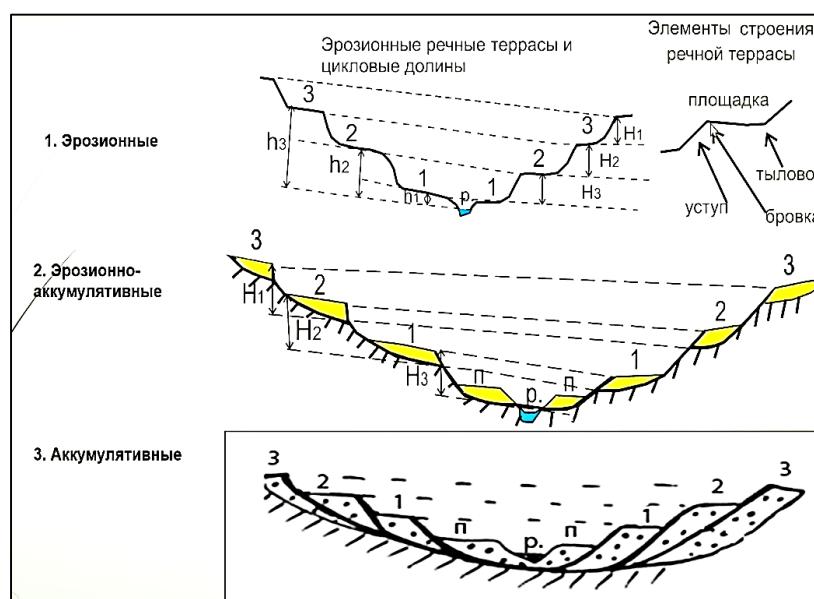


Рис. 2.2. Цикловые долины и террасы

2.4. Легенда к геоморфологической карте и пример построения карты

Существует легенда к карте. Разный тип рельефа закрашивается разным цветом. Условные обозначения к геоморфологической карте показаны на рис. 2.3.

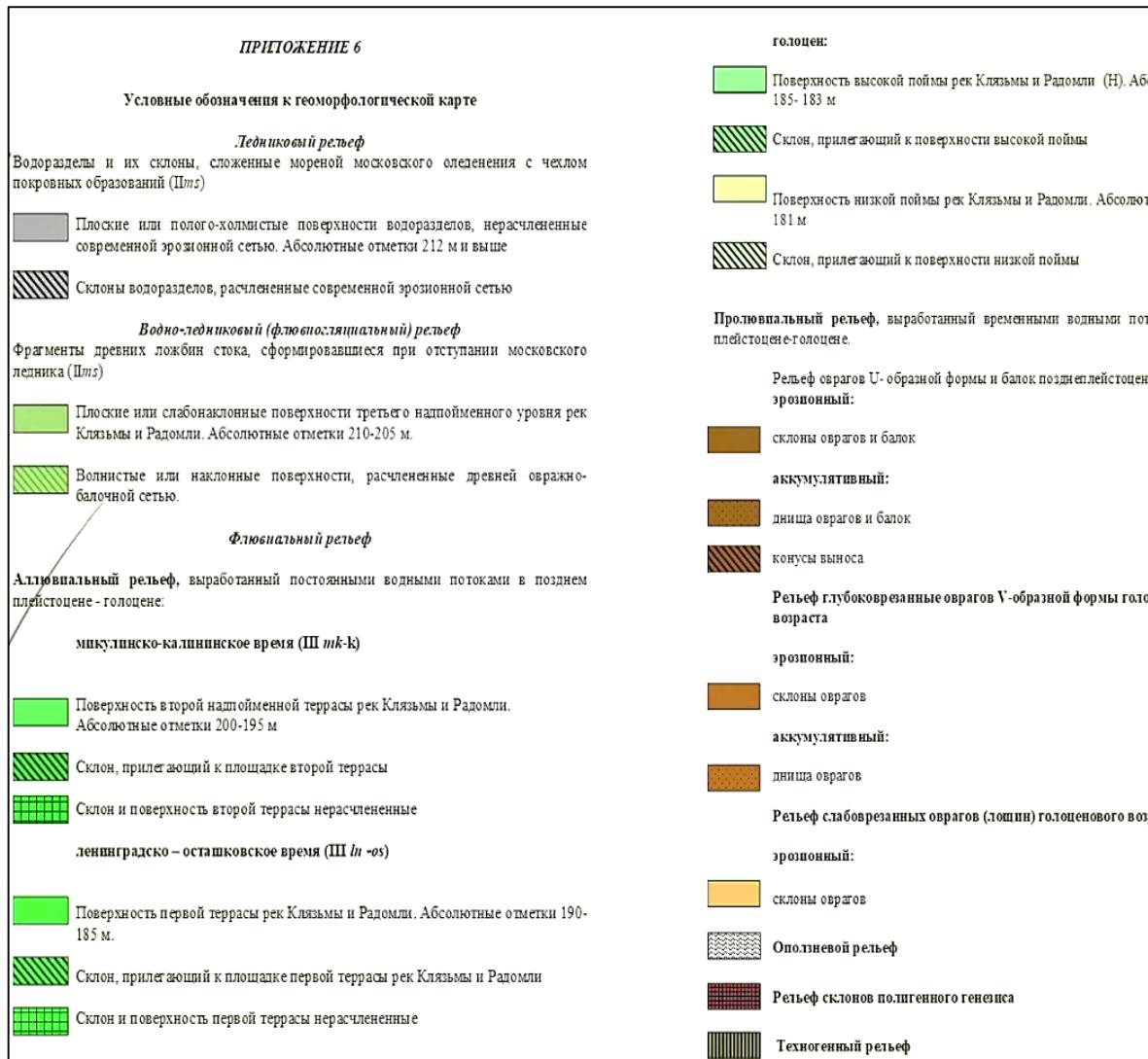


Рис. 2.3. Условные обозначения к геоморфологической карте

Геоморфологические наблюдения проводят в маршруте.

В точках наблюдения проводят описание форм рельефа, разрезы четвертичных отложений, слагающих эти формы, указывают их генезис и возраст. Результаты наблюдений наносят на топографическую карту. В камеральном помещении оформляют геоморфологическую карту.



Рис. 2.4. Выделение террас в маршруте

На рис. 2.4. видны 3 террасы. Далее полевые наблюдения наносят на карту.

Пример построения геоморфологической карты. Легенда этой карты представлена на рис. 2.5.

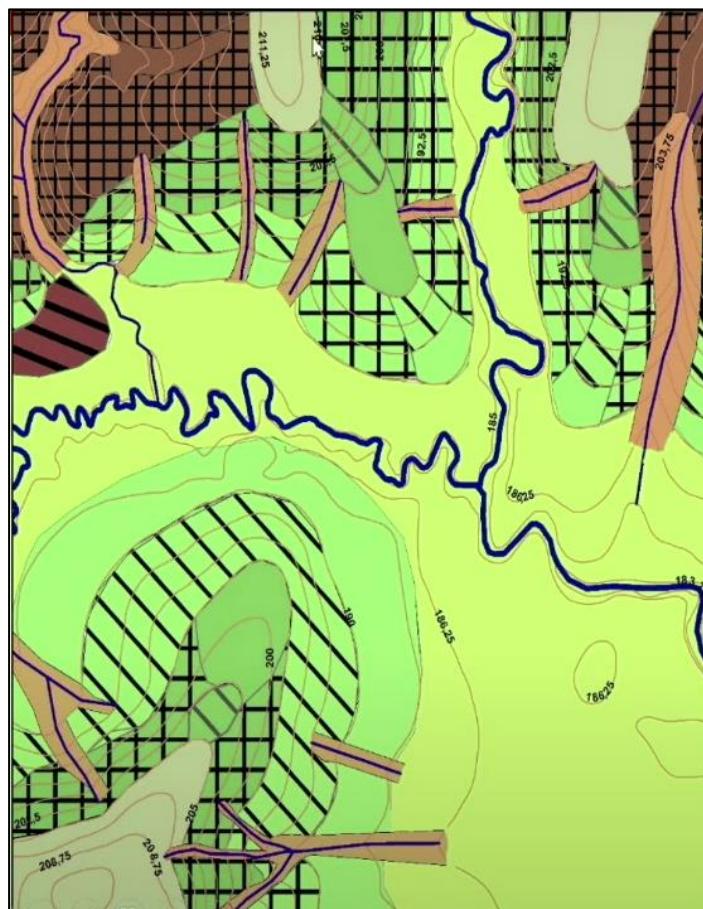


Рис. 2.6. Геоморфологическая карта

2.5. Необходимые материалы, которые должны быть в отчете

1. Отчет
2. Геоморфологическая карта
3. Геолого-геоморфологические профили
4. Карта физико-геологических процессов
5. Сводная стратиграфическая колонка дочетвертичных отложений
6. Сводная стратиграфическая колонка четвертичных отложений
7. Геоморфологические профили оврагов
8. Собранный коллекция образцов горных пород с журналом

2.6. Электронное учебное пособие

Результаты исследований отражены в опубликованном в 2017 году и дополненным в 2022 году электронном учебном пособии «Чашниковская впадина и ее обрамление (геология, геоморфология, структурные особенности и современные геологические процессы. Пособие ежегодно пополняется новыми материалами и содержит интерактивные карты. В нем дается литолого-стратиграфическое описание дочетвертичных и четвертичных отложений, геоморфологии, тектоники и неотектоники, физико-геологических процессов района практики и ее обрамления; приводится методика проведения полевых и камеральных работ и др. Кроме того в приложениях можно увидеть новую программу практики, планы написания глав, вопросы, глоссарий, а также фактический материал, т.е. колонки скважин, канав и др. Все это является необходимым материалом к работе студентов, так и для преподавателей. Пособие размещено на сайте лаборатории «Исследование геокатастроф» кафедры динамической геологии в разделе Учебная работа, Чашниковская геолого-геоморфологическая практика.

Адрес сайта: geodisaster.ru

Лекция 3

Коренные образования и гидрогеология Московской синеклизы

3.1. Коренные образования в районе Чашниково и в других районах Московской синеклизы

В данной лекции будет рассказано о коренных образованиях в районе Чашниково и других районах Московской синеклизы, методика их изучения. Чашниковская впадина является частью более крупной структуры – Московской синеклизы, которая является частью Восточно-Европейской платформы. В лекции будет рассказано о методах изучения отложений и о гидрогеологии района практики.

Восточно-Европейская платформа – пример древней платформы, древнейшей структуры, которая в неизменном виде сохранилась до наших дней. Были структуры и древнее платформы, но в неизменном виде до наших дней они не сохранились. Древние платформы имеют двухэтажное строение. Они имеют нижний складчатый этаж, там складчатость произошла на рубеже раннего и позднего протерозоя. В нижнем складчатом этаже или фундаменте отложения возрастают от архея до протерозоя. Начиная с позднего протерозоя и по ныне все отложения находятся во втором структурном этаже – чехле. Он полого залегает на неровных поверхностях фундамента.



Рис. 3.1. Тектоническая карта Восточно-Европейской платформы

На рис. 3.2. показано районирование Восточно-Европейской платформы (ВЕП). В центре г. Москва и Московская синеклиза. Синеклизы и антеклизы являются структурами второго порядка внутри чехла платформа. Есть на карте два щита (Украинский и Балтийский) – выступы кристаллического фундамента.



Рис. 3.2. Районирование ВЕП

На рис. 3.2. представлен разрез платформы. Виден складчатый фундамент, в котором есть разломы. Сверху фундамент покрывается чехлом, на котором есть синеклизы и антеклизы. Синеклизы - это структуры, в ядре которых обнажаются более молодые породы, а в антеклизы обнажаются более древние породы. Также на рисунке можно увидеть авлакоген. Авлакогенная стадия предшествует накоплению чехла, она связана с заполнением осадков линейно вытянутых впадин, борта которых представляют собой разломы. После заполнения впадин начинается площадное накопление чехла. Щит – выход на дневную поверхность нижнего структурного этажа. Эта область все время испытывает поднятие, второй структурный этаж не накапливается.

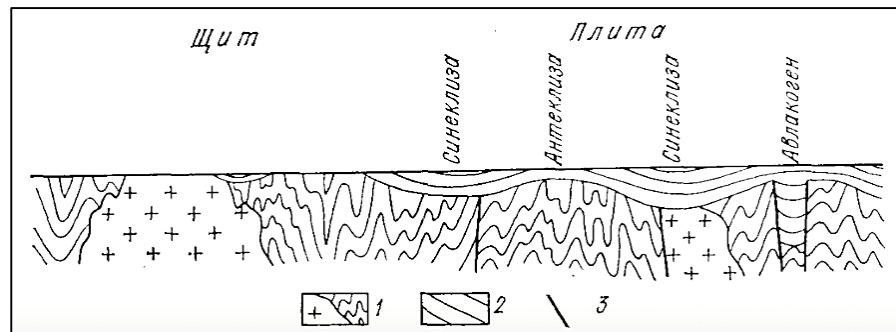


Рис. 3.3. Схема строения платформы (Историческая геология, 1985). 1- складчатый фундамент, 2- платформенный чехол, 3-разлом

На рис. 3.4. представлен схематический разрез через г. Москва. Через Московский университет, Кремль, башню Останкино. Разрез представлен четвертичными отложениями, отложениями мела, юры и карбона. Видно, что отложения каменноугольного периода с несогласием перекрываются юрскими отложениями. Юрские отложения выполняют палеодолины. Сверху над ними лежат песчаные отложения мела. Юрские отложения более глинистые. Над мелом наблюдается чередование супесей, суглинков и др. отложений – это четвертичные отложения.



Рис. 3.4. Схематический геологический разрез верхней части осадочного чехла г. Москвы (Москва. Геология и город, 1997)

Пример. Рядом с МГУ стоит трамплин, там был построен эскалатор. Сейчас он закрыт, так как начались оползневые процессы. Четвертичные отложения лежат под углом на юрских глинах, из-за чего возможно образование оползневых процессов, доказательством служит явление «пьяный лес» на Воробьевых горах.

На рис. 3.5 показаны отложения из этого места. Геологи могут получать информацию либо в естественных обнажениях (в бортах, оврагах), либо в скважинах. На рис.3.5 представлены белые каменноугольные известняки и темные юрские глины. В глинах можно найти отпечатки аммонитов. С помощью палеонтологического метода можно определить возраст пород.



Рис. 3.5. Информация, получаемая из скважин

Геология г. Москвы

В Подмосковье обнажаются породы меловой, юрской, каменноугольной систем, которые перекрыты четвертичными образованиями.

К любой геологической карте есть условные обозначения. Пример представлен ниже (рис. 3.6).

N2	Неогеновая система. Верхний миоцен	T1	Триасовая система. Нижний отдел
N1-2	Неогеновая система. Верхний миоцен - нижний плиоцен	P2	Пермская система. Верхний отдел
N1	Неогеновая система. Средний - верхний миоцен	P1	Пермская система. Нижний отдел
Pg	Палеогеновая система	C3	Каменноугольная система. Верхний отдел
K2	Меловая система. Верхний отдел	C2	Каменноугольная система. Средний отдел
K1-2	Меловая система. Нижний - верхний отделы	C1	Каменноугольная система. Нижний отдел
K1	Меловая система. Нижний отдел	D3	Девонская система. Верхний отдел
J3	Юрская система. Верхний отдел	D2	Девонская система. Средний отдел
J2-3	Юрская система. Средний - верхний отделы	D1-2	Девонская система. Нижний - средний отделы
J2	Юрская система. Средний отдел		
J1-2	Юрская система. Нижний - средний отделы		

Рис. 3.6. Условные обозначения к карте дочетвертичных отложений

В ходе практики студенты строят на миллиметровой бумаге разрез скважин и затем сопоставляют кровлю и подошву одновозрастных образований. Это называется корреляцией. Это необходимо для дальнейшего рисования профилей. Исходя из схемы корреляции можно изучить отложения, понять на какой глубине они находятся, изучить современные процессы. Например, там, где отсутствуют юрские глины, там протекают карстовые процессы, образуются полости.

В районе Поварово находится глубокая скважина, она была пробурена до отложений архея и протерозоя. Эта скважина пронзила весь осадочный чехол и прошла в фундамент. Под отложениями карбона располагаются отложения девона и венда. Изучая разрез, мы можем узнать историю геологического развития. Когда наблюдается перерыв в осадконакоплении, это означает, что территория в это время была приподнята, представляла собой область денудации.

Таким образом, скважины нужны не только для того, чтобы нарисовать разрезы и понять, как те или иные коренные породы связаны с типами почв и формой рельефа, но и для добычи полезных ископаемых.

По серии скважин можно построить геологические разрезы.

3.2. Литологические методы расчленения отложений

В результате литологического метода расчленения породы отделяются по литологии. Описывается литология пород.



Рис. 3.7. Скважина 12. 3-ий Силикатный пр-д. Фото Р.Р. Габдуллина

На рис .3.7. показан керновый ящик. Представлены белые известняки и коричневые глины. Две разные свиты. Это говорит о том, что глубина моря в период

осадконакопления была разная. В конце мелового периода уровень мирового океана был 200 м. Карбонатные отложения – более мелководное море, глинистые – более глубоководное море. Наблюдается цикличность, связанная с изменением уровня моря.

На рис. 3.8. представлена глина кирпично-красная, с прослойями зеленого алевролита толщиной обычно до 5 см. В интервале 29.1-29.2 м – известняк зеленовато-серый, криноидный, глинистый, с брахиоподами рода *Admoskvia*.



Рис. 3.8. Керн скважины 1, расположенной по адресу: г.Москва, ЗАО. Интервал 25-30 м. Фото Р.Р. Габдуллина

На рис. 3.9 показана глина краснокирпичная с зеленоватыми пятнами оглеения и доломитовая, сиреневая с зеленоватыми пятнами. С прослойями известняка зеленовато-серого, с ходами, заполненными зеленоватой глиной и мергеля желтовато-зеленого с красноватыми пятнами.



Рис. 3.9. Керн скважины 1, расположенной по адресу: г.Москва, ЗАО. Интервал 30-40 м. Фото Р.Р. Габдуллина

На рис. 3.9 показана глина краснокирпичная с зеленоватыми пятнами оглеения и доломитовая, сиреневая с зеленоватыми пятнами. С прослойками известняка зеленовато-серого, с ходами, заполненными зеленоватой глиной и мергеля желтовато-зеленого с красноватыми пятнами.

Такое описание дается при изучении керна.

В основании свиты встречается базальный горизонт. На рис. 3.10 показан известняк серый, грубозернистый, гравелитовый, сильно пористый, в подошве с уплощенной галькой известняка до 6 см в поперечнике. Вверху и снизу слева – вид фрагмента керна с трех сторон. Внизу справа – положение в ящике. Видно, что керн переложен.

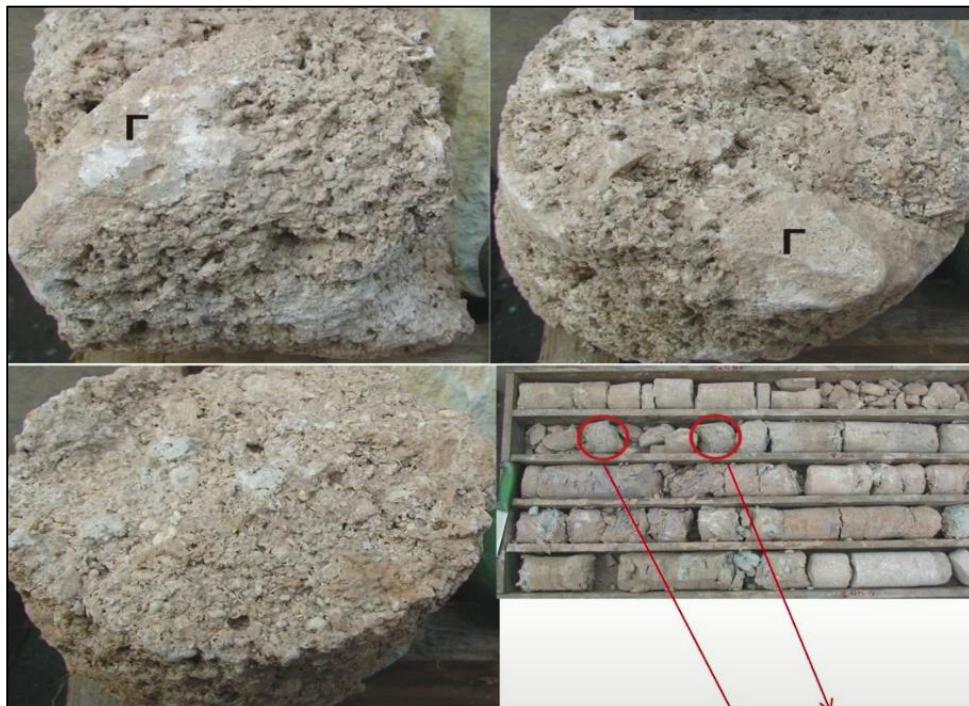


Рис. 3.10. Базальный слой неверовской свиты

Мы можем выделять маркирующие горизонты, которые помогают при сопоставлении разрезов. На рис. показано разделение на слои по литологическому составу (рис. 3.11).



Рис. 3.11. Керн скважины 1, расположенной по адресу: г.Москва, ЗАО.

Интервал 40-45 м. Фото Р.Р. Габдуллина. 1-глина розовато-коричневая с зеленоватыми пятнами оглеения, керн сильно разрушен. 2-известняк зеленовато-серый, слабо глинистый. 3-глина сиренево-красная, доломитизирована, с зелеными пятнами оглеения. 4-доломит глинистый фиолетово-серый, внизу-зеленоватый, 5-известняк светло-серый, мелкозернистый

3.3. Геофизические исследования

В изучении отложений могут помочь и геофизические исследования. Например, анализ результатов каротажа (ГИС).

В скважину опускается каротажный зонд на тросе и измеряются физические параметры (рис. 3.12). Порода –комбинации минералов. Каждый минерал имеет свои физические свойства. Одни минералы проводят электричество, другие – нет. Одни обладают магнитными свойствами, другие – нет. Характеристика горных пород с точки зрения физических полей.

Рассмотрим разрез. Нефтеносные породы характеризуются пониженными значениями собственного потенциала поляризации и повышенными значениями кажущегося сопротивления. По изменению кривой можно обнаружить, где находятся нефтеносные пласти. Методы каротажа позволяют уточнить положение геологических границ. Можно проследить тонкие прослои внутри более больших слоев (рис. 3.13).



Рис. 3.12. Гамма-каротажное зондирование: 1-кабель, 2-створ скважины.
Стрелками показано направление движения кабеля при опускании зонда

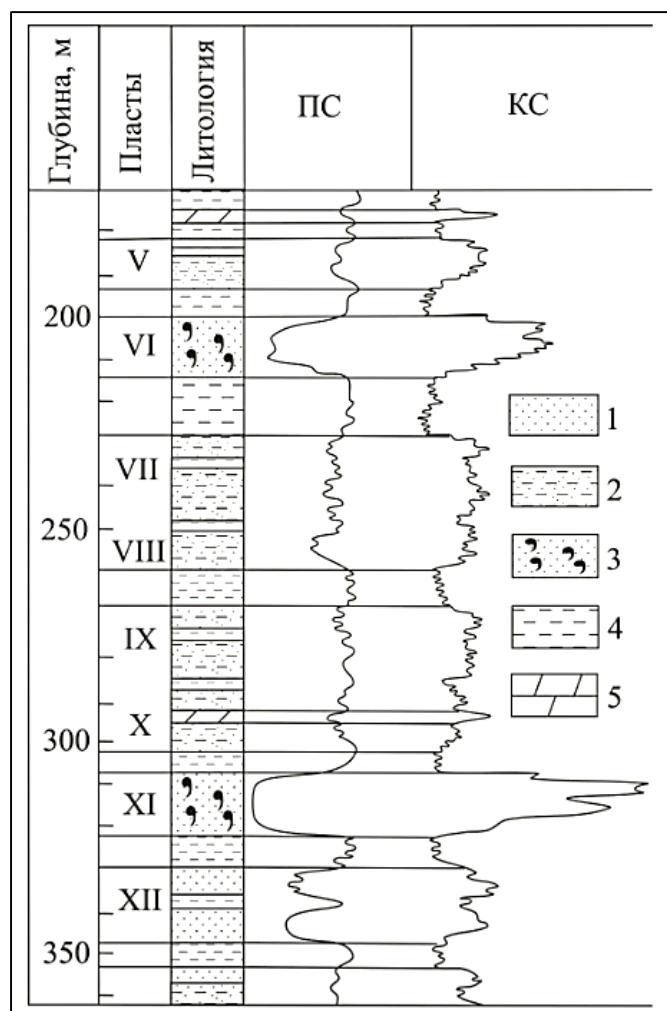


Рис. 3.13. Результаты электрического каротажа одного из интервалов разреза
по скважине

Другой пример представлен на рис. 3.14.

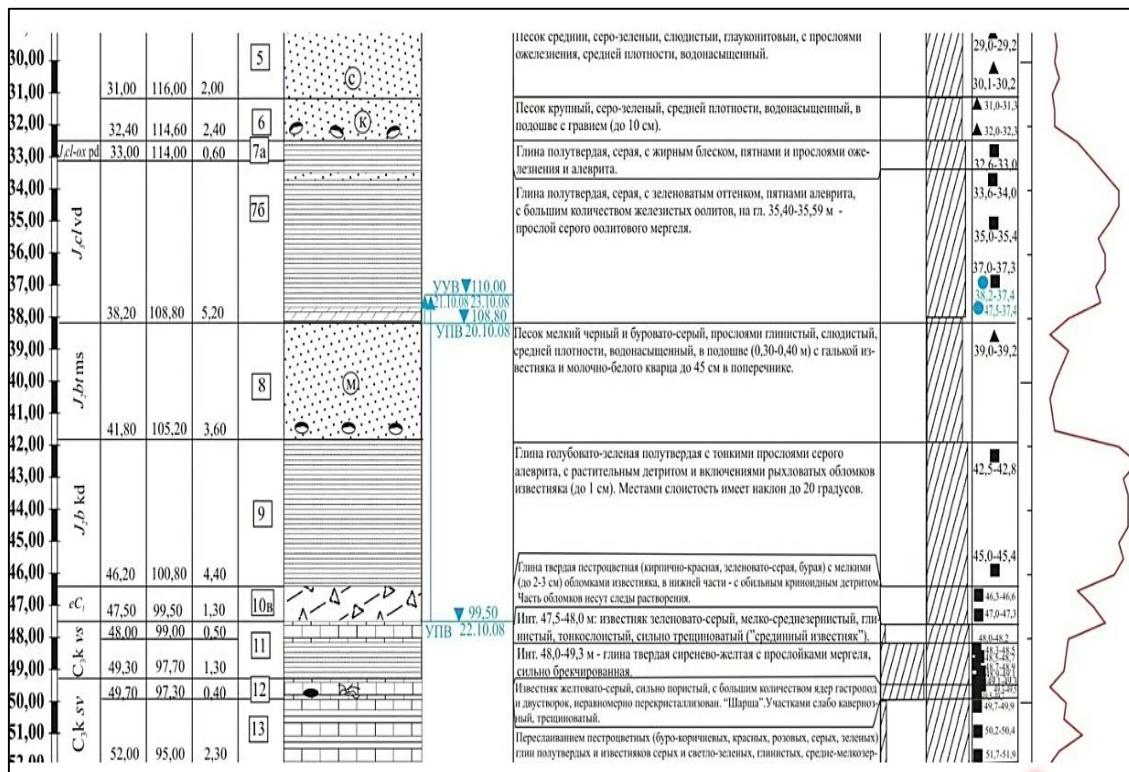


Рис. 3.14. Литолого-геофизическая колонка скважины №4 на площадке по адресу: г. Москва, СЗАО, ул. Зорге, вл.9. Справа – кривая ГК. Средняя часть разреза: четвертичные, юрские, каменноугольные отложения

Ниже представлены скорости сейсмического диапазона по данным профилирования для продольных и поперечных волн для различных пород.

В четвертичных песках (glQld-Qrms) выше уровня грунтовых вод скорости сейсмического диапазона по данным профилирования составляют для продольных волн 0,34-0,43 км/с и для поперечных 0,13-0,22. Ниже УГВ скорости возрастают и составляют для продольных волн 1,47-1,5 км/с и 0,38-0,44 км/с для поперечных (рис. 3.15).

Аллювиальные пески и флювиогляциальные отложения. Флювиогляциальные отложения более грубозернистые, плохо отсортированные. Те или иные породы характеризуются различными скоростями сейсмических волн (рис. 3.15).

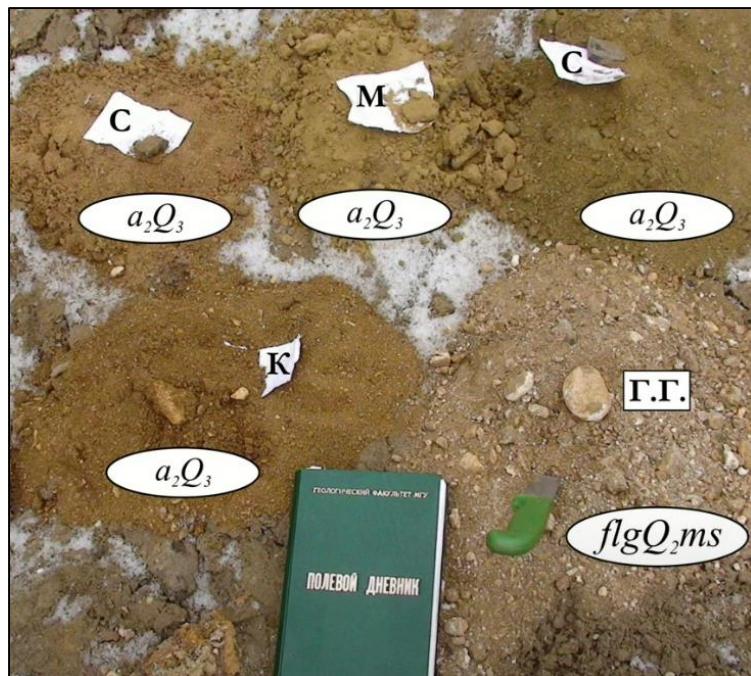


Рис. 3.15. Четвертичные пески ($glQ1d$ - $Q1ms$)

В неверовских глинах (C_3knv) скорости сейсмического диапазона составляют для толщи в целом $V_{pk}=1,8$ км/с. По ультразвуковым данным для глин $V_{uz}=2,1$ км/с (рис. 3.16).



Рис. 3.16. Неверовские глины (C_3knv)

Ратмировские известняки (C_3krt) характеризуются скоростями сейсмического диапазона $V_{pk}=2,2$ км/с. Ультразвуковой каротаж дает среднюю скорость в $V_{uz}=2,6$ км/с (рис. 3.17).



Рис. 3.17. Ратмировские известняки (C3krt)

В воскресенских глинах (C₃k vs) скорости сейсмического диапазона составляют V_{рк}=2 км/с. По ультразвуковым данным V_{уз}=2,2 км/с. Толща однородна, прослои с иными упругими характеристиками не выявлены (рис. 3.18).



Рис. 3.18. Воскресенские глины (C3k vs)

Суворовские известняки (C₃k sv) характеризуются скоростями сейсмического диапазона по горизонтальным лучам V_{сей}=2-2,6 км/с, при среднем значении 2,3. Ультразвуковой каротаж дает среднюю скорость в V_{уз}=2,9 км/с, при очень большом разбросе значений V_{уз} от 2 до 3,7 км/с (рис. 3.19).



Рис. 3.19. Суворовские известняки ($C_3k\ sv$)

Мячковские известняки (C_2mc) довольно однородные по сейсмическим данным (по результатам скорость находится в пределах $V_{сей}=2,3-2,7$ км/с, среднее значение – 2,5 км/с). А по ультразвуковому каротажу мы видим обратную картину: среднее значение скорости $V_{уз}=3,3$ км/с, при разбросе от 2 до 4,8 км/с. Такая разница в данных томографии и ультразвука может быть объяснена тем, что при проведении томографии небольшие по мощности прослои другого литологического состава не замечаются, давая при этом определенный вклад в общий фон: ультразвук, в свою очередь позволяет обнаружить прослои мощностью даже в десятки сантиметров (рис. 3.20).



Рис. 3.20. Мячковские известняки (C_2mc)

3.4. Климатостратиграфический метод

Этот метод основан на чередовании в четвертичном периоде интервалов резкого похолодания и потепления, что определило смену литолого-фациальных и палеонтологических комплексов.

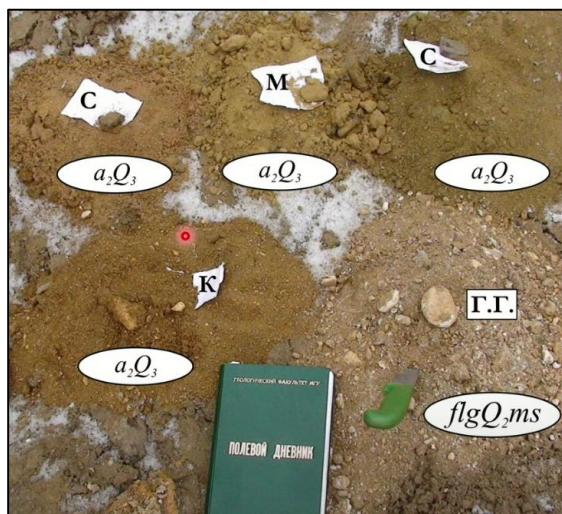


Рис. 3.21. Аллювиальные пески и флювиогляциальные отложения

Аллювиальные пески разной зернистости (м-мелкие, с-средние, к-крупные) хорошо сортированы и отличаются от плохо сортированных гравийно-галечных грунтов (г.г.) московского межледникового на площадке по адресу: г. Москва, ЗАО, ул. Кульгина (рис. 3.21).

Важно отличать четвертичные пески от более древних, например, нижнемеловых. Важно обращать внимание на сортировку.

Нижнемеловой морской серовато-зеленый песок мелкий, глауконитовый, слюдистый, водонасыщенный, плотный (рис. 3.22). Важно отличать четвертичные пески от более древних, например, нижнемеловых.

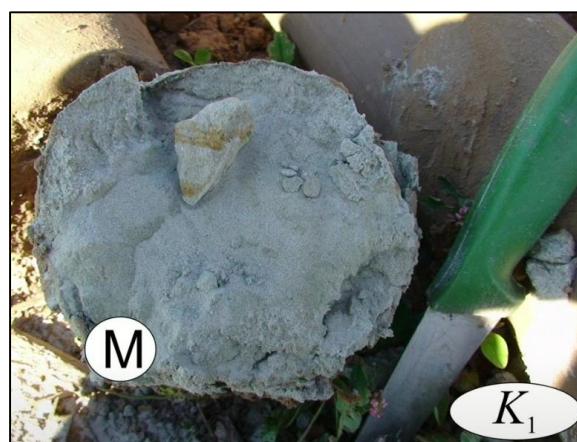


Рис. 3.22. Нижнемеловой морской песок, г. Москва, ЮЗАО, Щербинка

Если встречается глауконит – это морские отложения.

Нижний и средний плейстоцен нерасчлененный (fgQ_{1-2d-ms}). Флювиогляциальные (водно-ледниковые) образования московско-днепровского межледниковых. Пески мелкие желтовато-серого и желтовато-коричневого цвета. тонкослоистые за счет неравномерного ожелезнения, с редкой дресвой кварца и полевого шпата, средней плотности.



Рис. 3.23. Флювиогляциальные (водно-ледниковые) образования московско-днепровского межледниковых. Москва, ЮАО, ул. Чертановская

Нижний плейстоцен (gQ_{1d}). Ледниковые отложения (морена) днепровского оледенения. Коричнево-серые полутвердые и тугопластичные суглинки с гравием и галькой кремня и известняков (рис. 3.24).



Рис. 3.24. Ледниковые отложения (морена) днепровского оледенения

Средний плейстоцен (gQ₂ms). Ледниковые отложения (морена) московского оледенения. Коричнево-красно-бурые полутвердые и твердые суглинки в продольном разрезе. Видны гравий и галька кварца, кремня, известняков (рис. 3.25).



Рис. 3.25. Ледниковые отложения (морена) московского оледенения

3.5. Метод статического зондирования

Задавливается штанга, снимаются показания зонда. По значениям бокового лобового сопротивления можем изучить отложения.



Рис. 3.26. Статическое зондирование установкой «ФУГРО», Москва

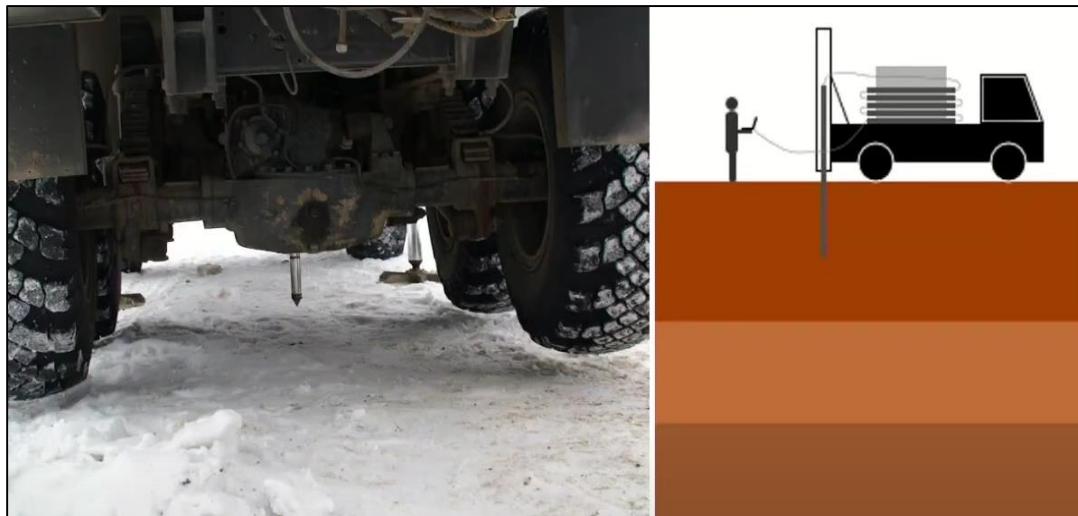


Рис. 3.27. Зонд установки «ФУГРО» (в центре) перед началом работы на площадке г. Москва

3.6. Подземные воды



Рис. 3.27. Колодцы в районе практики

Колодцы в районе практики показывают то, что под колодцем находится водоносный горизонт, скорее всего песок, глубина колодца совпадает с мощностью отложений, где-то рядом находится слабопроницаемый горизонт (рис. 3.27).

В колодец мы можем опустить ведро, и зная высоту устья колодца, можем померить уровень грунтовых вод.

Также гидрогеологические наблюдения можно проводить в родниках. Мы можем измерить дебит родника – скорость воды (рис. 3.27).



Рис. 3.27. Колодцы и родник в районе практики



Рис. 3.28. Каптированный источник ниже плотины ставка в овраге Красный
Воин

В разрезах скважин мы можем указывать, какие отложения проницаемые и слабопроницаемые.

Почвенные воды находятся в почве и удерживаются в ней капиллярными силами, их режим питания зависит от атмосферных осадков. Запасы почвенных вод обычно незначительны и подвержены сезонным колебаниям. В засушливые периоды они могут исчезать, в холодные зимы - промерзать.

Верховодка - это временные подземные воды, которые накапливаются над временными водоупором, например, промерзлой почвой, их режим питания зависит от атмосферных осадков (рис. 3.29).

Верховодкой называются воды, залегающие на глубине от 1 до 4 метров.

Верховодка - временное или сезонное скопление безнапорных подземных вод с ограниченным водоупорным ложем. Для питья верховодка непригодна, так как проходя сквозь верхние почвенные слои, она насыщается нежелательными минеральными примесями и вредными органическими соединениями.

Использование почвенных вод ограничивается исключительно поливом сельскохозяйственных угодий.

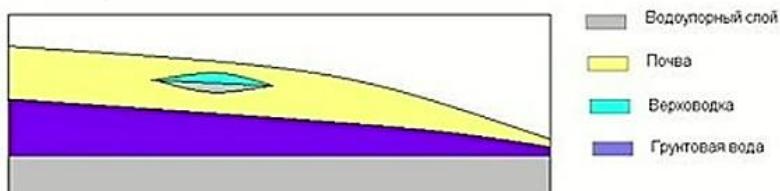


Рис. 3.29. Типы подземных вод

Грунтовые воды в отложениях (fIIms, fIId-ms). Водоупоры в отложениях (gIIms, gIId, III). Межпластовые воды (в четвертичных – fIId-ms)-между двумя водоупорами (gIIms, gIId, III). В коренных – песчаные и известковистые коллекторы между глинистыми водоупорами.

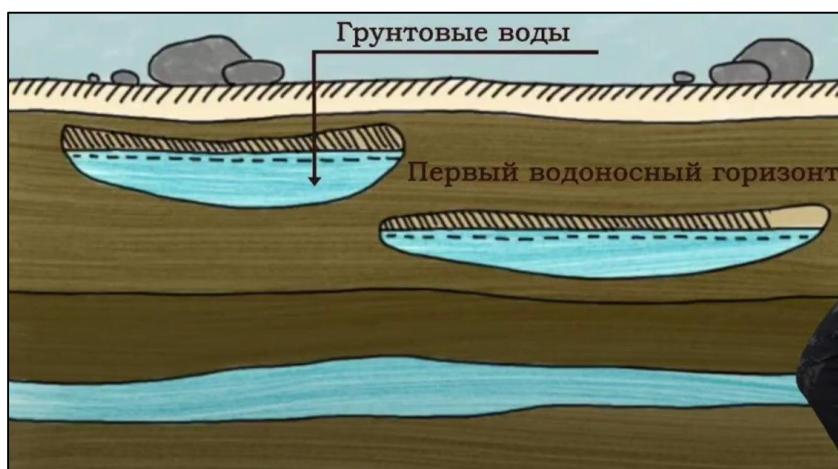


Рис. 3.30. Типы подземных вод

Грунтовые воды

Грунтовые воды - это первый от поверхности почвы постоянный водоносный горизонт, находящийся на первом водоупоре. В отличие от верховодки, грунтовые воды образуются не только из атмосферных осадков. Они также подпитываются просачивающимися сквозь грунт водами рек, озер и водохранилищ. Глубина залегания грунтовых вод может колебаться от 6 до 40 метров, в свою очередь от глубины залегания зависит их качество. Грунтовые воды, расположенные на небольшой глубине также подвержены загрязнению органикой и минеральными примесями. Кстати, именно этот тип вод питают большинство неглубоких колодцев.

Колодезная вода пригодна для использования в сельском хозяйстве, а также для питья при условии предварительной очистки и кипячения.

Межпластовые (артезианские) воды

Свое название этот тип подземных вод получил от способа залегания в породе. Тогда как почвенные и грунтовые воды располагаются на первом водоупорном, чаще всего глинистом слое, межпластовые воды находятся между двумя водоупорными слоями, благодаря чему они в гораздо меньшей мере подвержены загрязнениям.

Кроме того, уровень этих вод отличается большим объемом, стабильностью и постоянством химического состава.

Межпластовые воды отличаются полной прозрачностью, отсутствие органических веществ, нередко минерализацией, показатели которой зависят от состава пород, в которых они накапливаются. Межпластовые воды, находящиеся под напором, еще называют артезианскими. Глубина залегания артезианских вод может достигать более 100 метров, а сами они накапливаются в образованных известняком пластах.

Лекция 4

Полевые методы изучения Чашниковской впадины

4.1. Полевые маршруты

Любая геологическая практика делится на 2 части: 1 часть – полевая, которая посвящена сбору фактического материала, 2 часть – камеральная.

Полевые методы используются для сбора необходимого материала. Полевые исследования осуществляются в маршрутах. Полевая часть практики занимает половину объема. Она является основополагающей. От качества собранного материала зависит последующая работа.

Проведения полевых (маршрутных) исследований требуют знания определенных методических приёмов, позволяющих грамотно фиксировать геологические объекты или наблюдаемые процессы:

- а) ориентировка в пространстве и фиксирование наблюдаемых объектов на топографической основе (геологическое картирование);
- б) ведения описаний наблюдаемых геологических объектов, процессов и явлений в полевом дневнике;
- в) зарисовки и фотографирования наблюдаемых геологических объектов, процессов и явлений, составление схем, разрезов и стратиграфических колонок;
- г) сбора образцов горных пород и минералов, их документации и первичной их обработки;
- д) проведение дополнительных исследований с помощью специальных приборов;

В настоящее время на практике внедряются современные методики изучения платформенных территорий. Прежде всего, это ГИС-технологии, которые открывают новые возможности изучения геологии, геоморфологии и неотектоники района.

Использование современных технических средств (планшетов), оснащенных соответствующим программным обеспечением, а также электронных топографических карт и космических снимков высокого разрешения позволяет с большой точностью осуществлять привязку объектов в полевых условиях, проводить геологогеоморфологические границы, коррелировать разновозрастные отложения и формы рельефа. Помимо этого, развиваются освоение технологий структурно-геоморфологических исследований, гранулометрического анализа четвертичных отложений, проведение водородной и радоновой эманационных съемок.

4.2. Полевой дневник

Основной документацией полевых работ является полевой дневник. Полевой дневник – это технический документ, который заполняется по определенным правилам.



Рис. 4.1. Полевой дневник

Начинается заполнение дневника с первой страницы. Необходимо заполнить название практики, номер дневника, ФИО, дата начала и окончания практики и адрес, по которому можно вернуть дневник в случае утери.



Рис. 4.2. Первая страница полевого дневника

Есть определенный порядок заполнения дневника. Справа пишется описательная часть, левая часть предназначена для рисунков и для вспомогательных заметок.

Полевой дневник рекомендуют заполнять карандашом, для сохранности записей в случае дождя.

Маршруты нумеруются, и каждый маршрут начинается с новой страницы. Указывается адрес маршрута, основная цель маршрута и дата. Далее маршрут состоит из точек наблюдений. Указывается номер точки и затем её топографическая привязка. Далее эту точку необходимо поставить на карте – топографической основе (рис. 4.3).

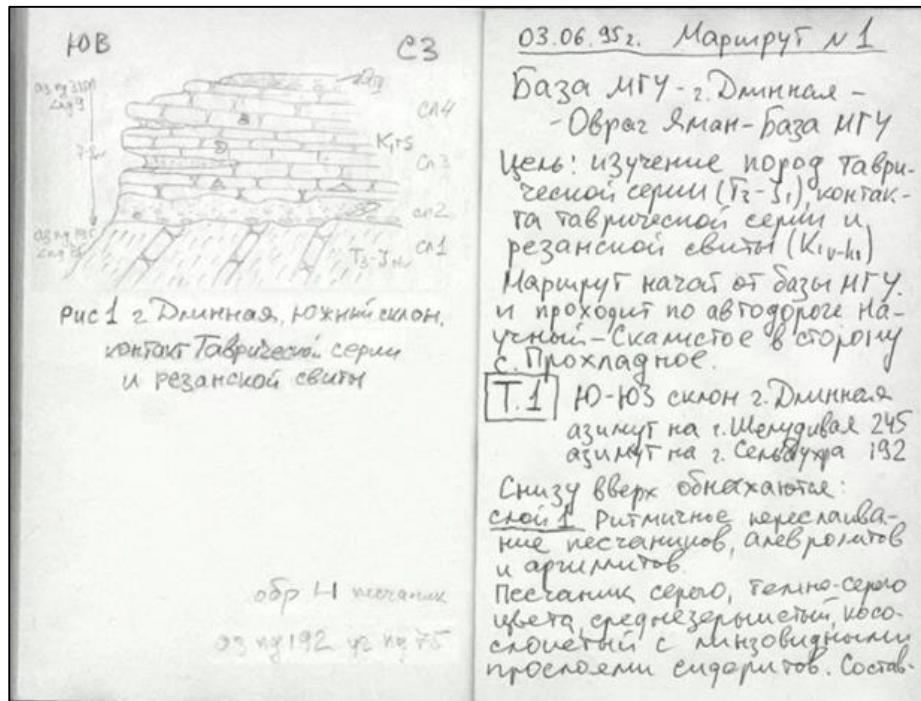


Рис. 4.3. Пример ведения полевого дневника

4.3. План описания точки в геологическом маршруте

1. Топографическая привязка точки наблюдения (привязка к характерным объектам на местности, объектам на топографической карте, определение координат).
2. Краткая характеристика объекта наблюдения (описание, размер, ориентировка).
3. Подробное геологическое или геоморфологическое описание объекта наблюдения.
4. Зарисовка в дневнике схемы строения изучаемого объекта.
5. Фотографирование объекта (необходимо масштабировать и указать ориентировку фотографии).
6. Произвести отбор образцов, заполнить этикетки к каждому образцу, сделать краткое описание каждого образца в полевом дневнике

Топографическая привязка точки наблюдения

Фрагмент поля, район села Радомля, показаны точки наблюдения. В углу фрагмент бланковки (рис. 4.4), на которую нужно перенести точки наблюдения с точностью до 1 мм. Для привязки используются «облачные» технологии.

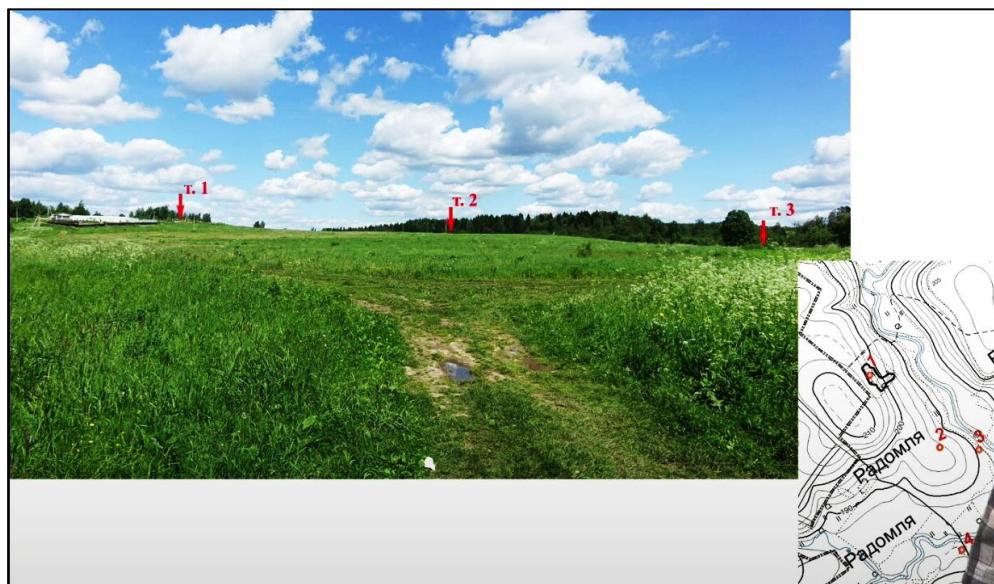


Рис. 4.4. Привязка точек наблюдения к топографической карте

Можно использовать любое устройство, которое позволяет связаться с облаком (рис. 4.5), где хранятся все исходные данные, которые могут понадобиться. Используется программный пакет компании Esri, который обеспечивает возможности хранения исходных данных, использование специального программного обеспечения для их визуализации.



Рис. 4.5. «Облачные» технологии

В настоящее время практика обеспечена новой топографической основой, сделанной помостью ГИС-технологий, космическими снимками высокого разрешения, включая радарные изображения. Применяется специальное программное обеспечение, позволяющее непосредственно в поле использовать планшет в качестве электронной карты и GPS.

На рис. 4.6 виден полевой набор геолога. Лопата для изучения отложений, планшет и программный комплекс.

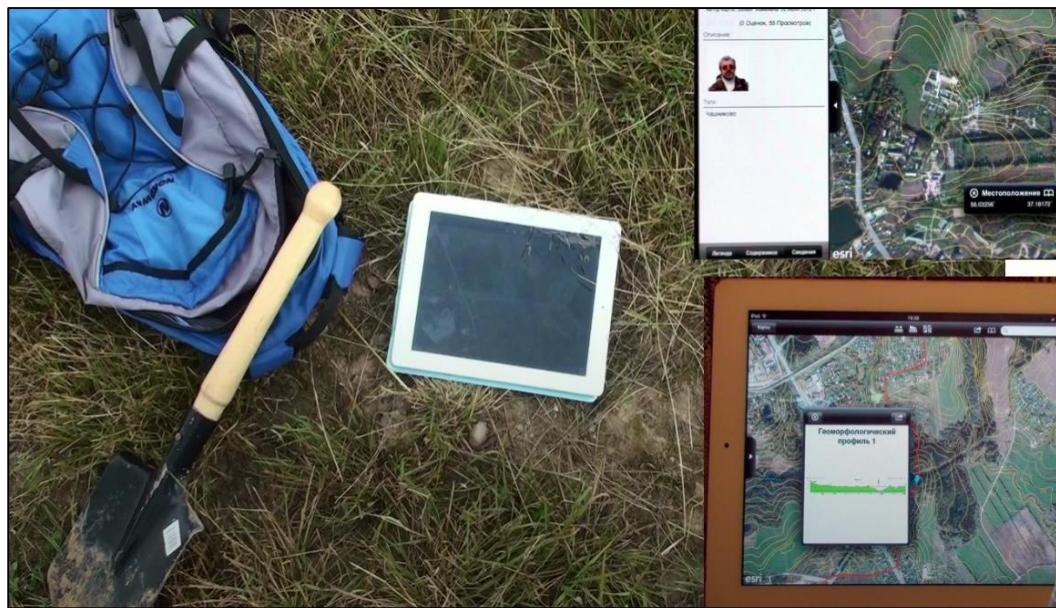


Рис. 4.6. Полевой набор геолога

Программный комплекс не привязан к телефонам. Любой гаджет с интернетом может связаться с облаком, из которого мы получаем необходимую информацию.

На рис. 4.7 показано изображение экрана, где кроме изолиний есть космическое изображение. С их помощью можно найти местонахождение. Необходимо учитывать систему позиционирования. Точка местонахождения и наносится на карту. Для более точной привязки необходимо обращать внимание на другие объекты. Программа Explorer.



Рис. 4.7. Экран программы Explorer

На карте рис. 4.8 помимо изолиний и космического изображения видны и некоторые дополнительные элементы. На платформенных территориях мало можно увидеть с точки зрения геологической информации. Для этого используются скважины, которые были пробурены на данной территории ранее.



Рис. 4.8. Разрез ранее пробуренных скважин на карте

Помимо скважин на нашей территории ранее были сделаны канавы при инженерных работах. Они показаны в виде красных линий на картах. Помимо этого, на карте показаны колодцы, можно узнать глубину до ближайшего водоупора.

Кроме этого есть около 10-15 точек, на которых проводились работы по определению состава отложений. В основном они представлены песками, суглинками, супесями. Банк данных гранулометрического состава.

Можно использовать и другую программу, которая называется GeoCompass (рис. 4.9). Её преимущества в космическом изображении точки местонахождения, можно получить информацию о данной точке, получить координаты. Для каждой точки можно сохранять фотографии и видео.

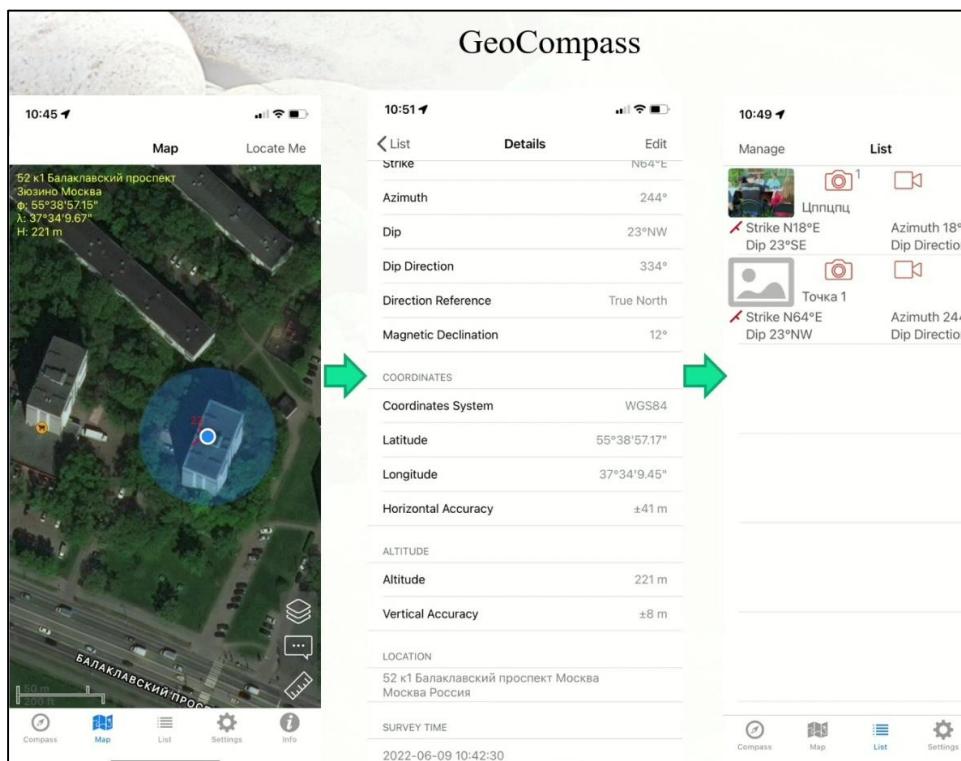


Рис. 4.9. Программа GeoCompass

Краткая характеристика объекта наблюдения

Это, например, стенка карьера, шурф, долина реки. В характеристику объекта обязательно входит масштаб и ориентировка (рис. 4.10).



Рис. 4.10. Объекты наблюдения

Подробное геологические или геоморфологическое описание объекта наблюдения

Общепринятой является следующая схема макроскопического описания осадочной породы:

1. Название породы
2. Цвет породы
3. Минеральный состав
4. Структура породы
5. Текстура породы
6. Крепость и пористость
7. Включения
8. Вторичные изменения
9. Мощность слоя или пачки слоёв
10. Генезис
11. Возраст

Последние два пункта (10 - 11) выносятся на левую страницу полевого дневника.

В качестве подсказки используется палетка для полевого определения гранулометрических параметров песков. По ней также можно оценить степень окатанности, что свидетельствует о дальности транспортировки (рис. 4.11).



Рис. 4.11. Палетка для определения гранулометрических параметров песков

Можно рассмотреть минеральный состав поближе с помощью лупы и с помощью специальной насадки на камеру телефона (рис. 4.12).

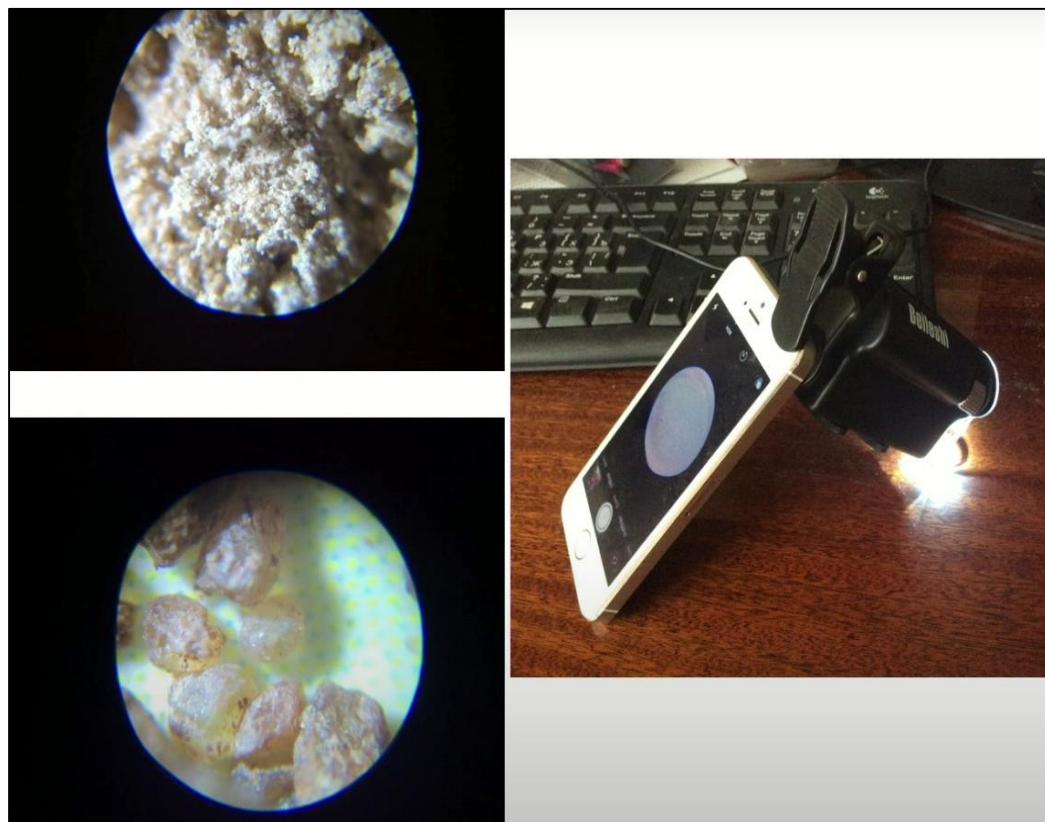
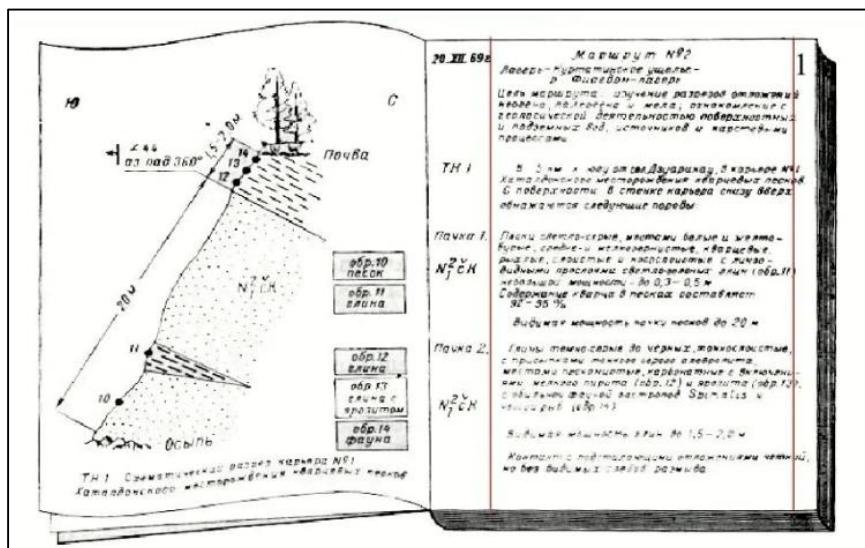


Рис. 4.12. Подробное изучение минерального состава с помощью лупы и насадки для телефона

Зарисовка в дневнике схемы строения изучаемого объекта

Зарисовки делаются с левой стороны (рис. 4.13). Это схематические изображения того или иного объекта. Такие изображения пригодятся для дешифрирования объектов. Рисунок должен обладать следующими параметрами: у него должно быть название, масштаб вертикальный и горизонтальный, ориентировка рисунка.



Отбор образцов

В каждой точке проводится отбор образцов. В основном это рыхлые образцы. Отбор производится в пакеты. Необходимо также заполнить таблицу описания образца. Номер образца – в числителе номер точки, в знаменателе – номер образца в этой точке. Обычно отбираются все наблюдаемые геологические разности. На этикетку записывается район (адрес точки наблюдения), краткое описание образца, геологический возраст, подпись человека, который отобрал образец и дата (рис. 4.15).



Рис. 4.15. Отбор и описание образцов

Ведение рабочей полевой карты

Кроме полевого дневника необходимо вести полевую карту. Основой для составления геолого-геоморфологической карты является топографическая карта масштаба 1:100000. На ней ставим точки наблюдения, границы. Конечной целью практики является геолого-геоморфологическая карта, составленная уже в камеральных условиях.

С недавнего времени появился квадрокоптер, с помощью которого можно наблюдать ландшафт территории и выделять элементы на снимках. Главные элементы геоморфологического строения территории хорошо видны на снимках, сделанных квадрокоптером (рис. 4.16-4.18).



Рис. 4.16. Поверхности террас, снимок с квадрокоптера

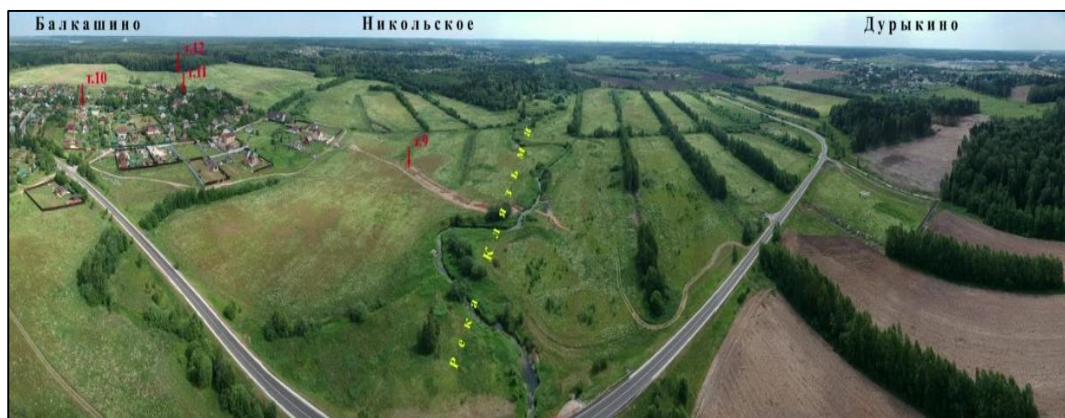


Рис. 4.17. Долина р. Клязьма в районе поселка Балкашино



Рис. 4.18. Район практики с квадрокоптера

4.4. База данных по изучению литологии пород

Создание базы данных по изучению литологии пород на основе использования методик гранулометрического и рентгеноструктурного анализов четвертичных отложений Клинско-Дмитровской гряды.

Было установлено, что средний минеральный состав аллювиальных отложений отличается меньшим содержанием гранитов и отсутствием метакластов (т.е. обломков метаморфических пород) по сравнению с флювиогляциальными. В аллювии первой террасы нет гранитов и мало метакластов, но преобладают литокласти (карбонаты). Суглинки московских моренных суглинках в 2 раза больше каолинита и смектита по сравнению с днепровской мореной. В покровных суглинках появляется хлорит-смектит, которого нет в моренах. Благодаря микроскопу можно изучить литологический состав образцов (рис. 4.19).

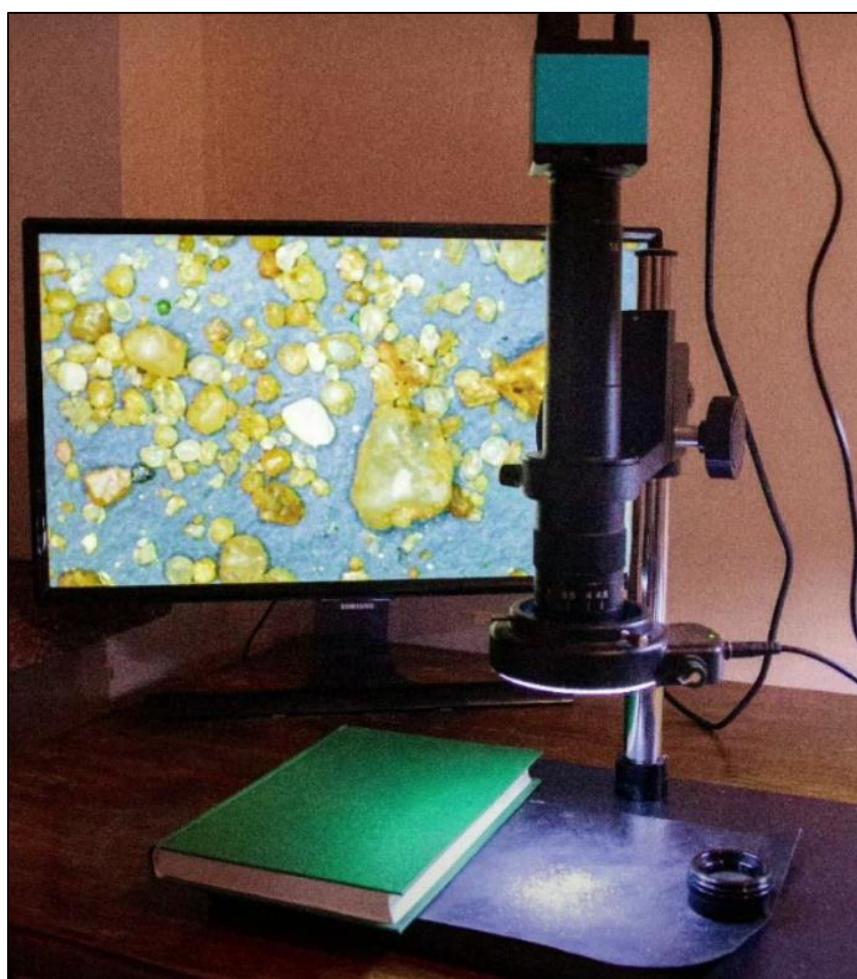


Рис. 4.19. Электронный микроскоп

Например, были построены распределения по размеру образцов и составу (рис. 4.20). Вверх по разрезу происходит возрастание степени окатанности.

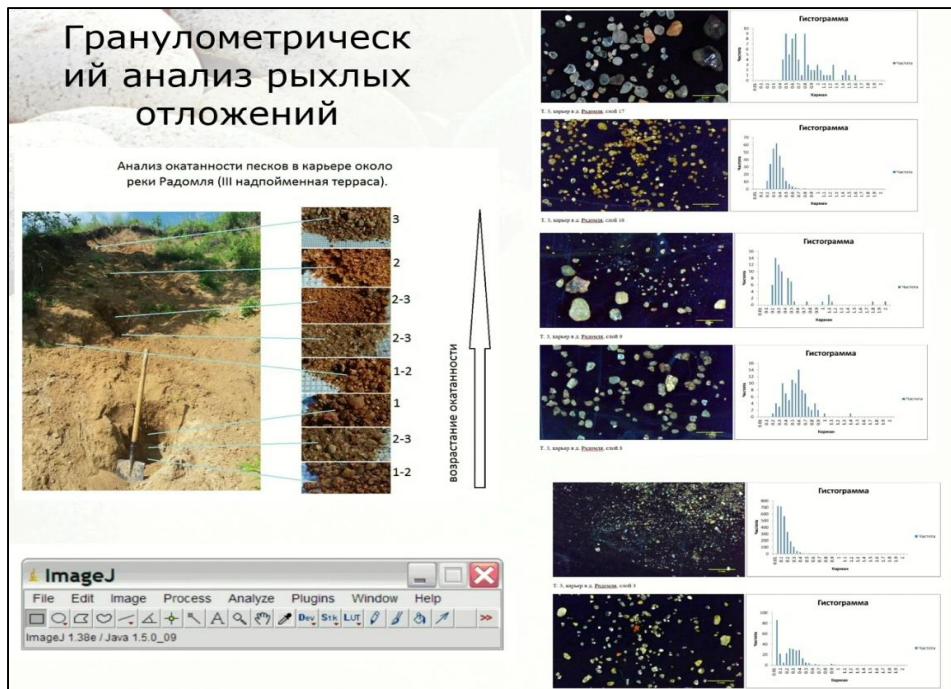


Рис. 4.20. Гранулометрический анализ рыхлых отложений

С помощь. Программы ImageJ можно производить статистику. Можем получить необходимую информацию. Можем проводить гранулометрический анализ без сит, а автоматически (рис. 4.21).

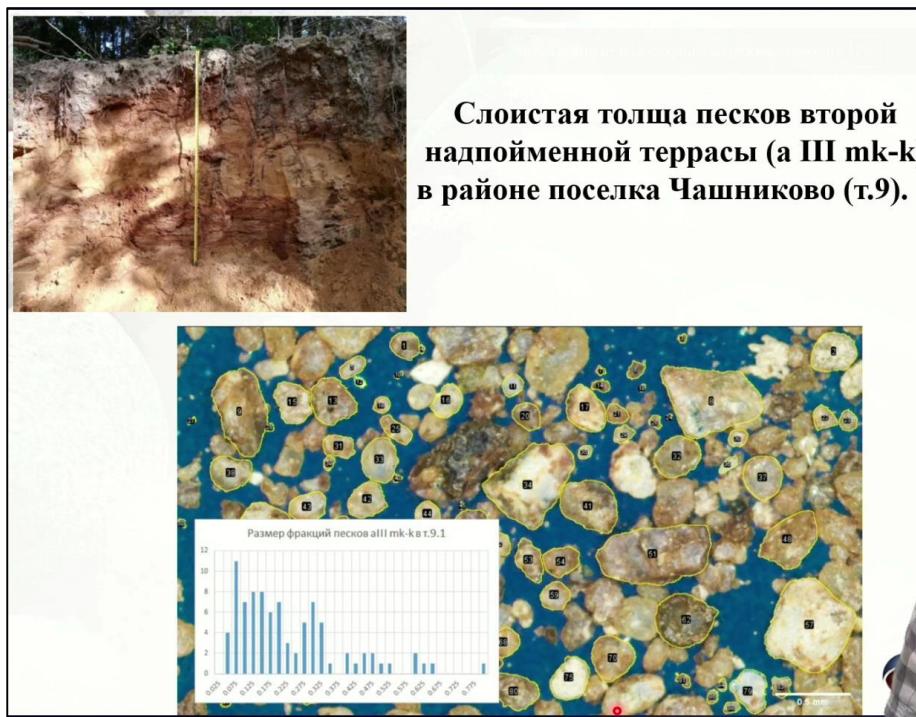


Рис. 4.21. Гранулометрический анализ рыхлых отложений

Кроме работ по изучению гранулометрического состава проводят изучение эманации водорода. На рис. 4.22 представлен газовый анализатор.



Рис. 4.22. Инструментальной основой для полевых исследований является портативный газоанализатор водорода ВГ-3, разработанный на кафедре физики твердого тела и наносистем Национального исследовательского ядерного университета «МИФИ» под руководством профессора И.Н.Николаева

Наблюдаются неоднородности в геологии, например, разрывы.

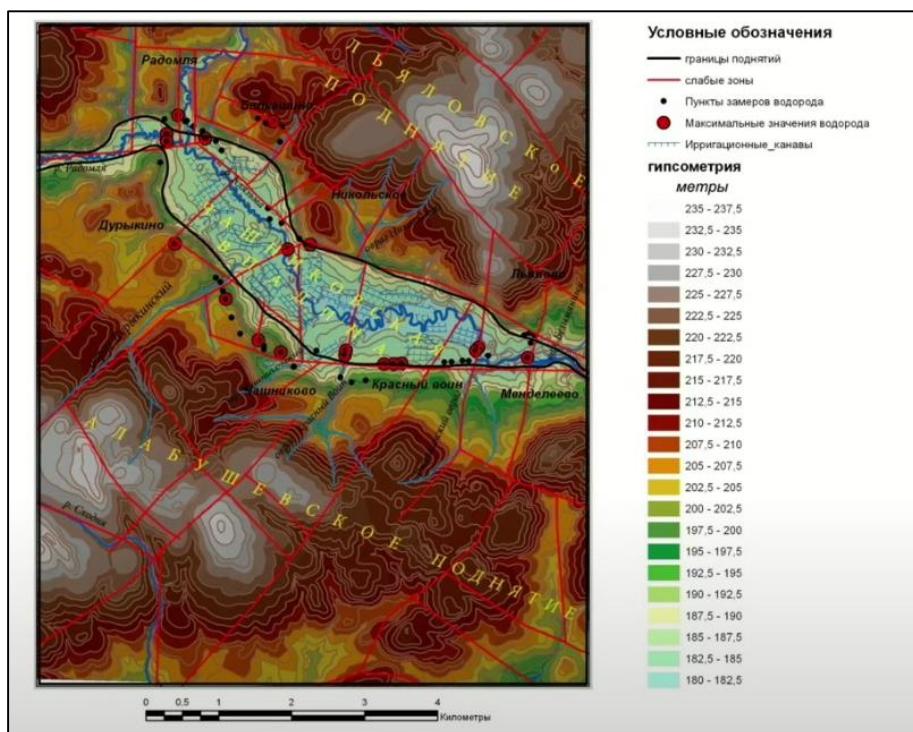


Рис. 4.23. Структурно-геоморфологические исследования в комплексе с эманационной водородной съемкой территории Чашиковской впадины

Проведение детальной эманационной водородной съемки, проведенной на территории Чашниковой впадины, позволило подтвердить наличие новейших дизъюнктивных дислокаций (рис. 4.23).

Солемер

Прибор оценивает характер минерализации воды и pH. Для выделения зон повышенной проницаемости. Чем выше соленость, тем глубже. Для измерения необходимо опустить прибор в воду, он измеряет сопротивление воды.



Рис. 4.24. Солемер

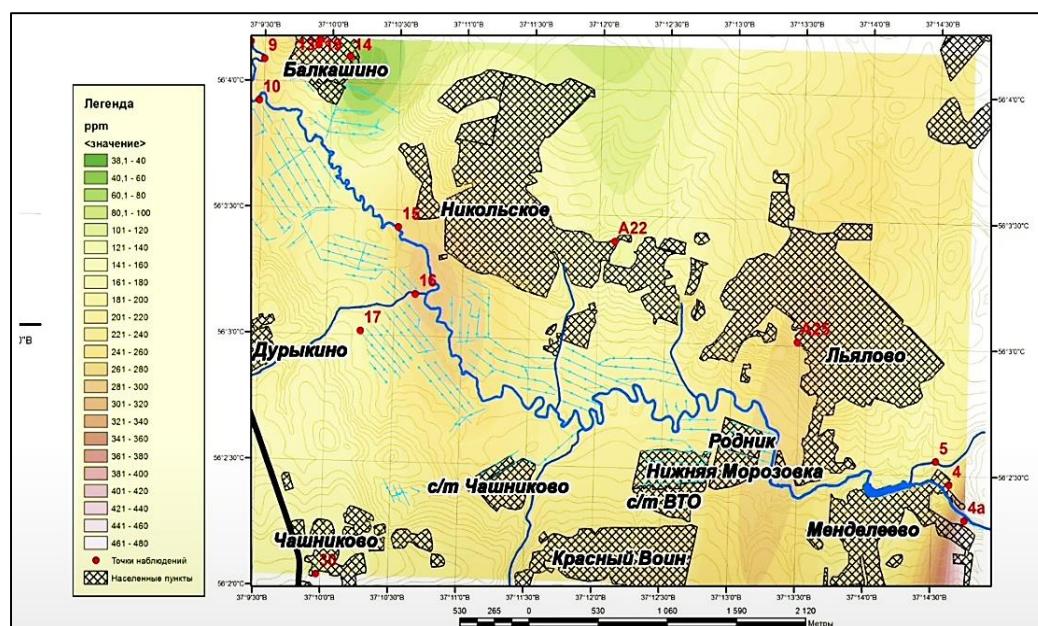


Рис. 4.25. Схема величины минерализации поверхностных и грунтовых вод (ppm)

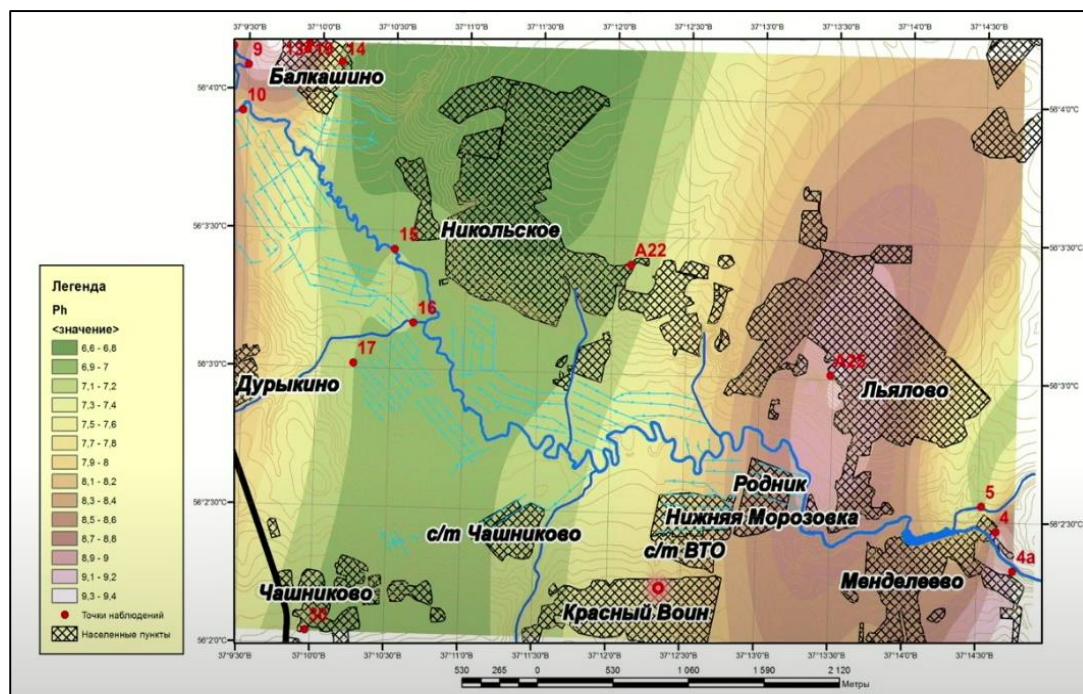


Рис. 4.26. Схема величины кислотности поверхностных и грунтовых вод (pH)

Минерализацию и pH необходимо учитывать для экологичности (рис. 4.25, 26).

Лекция 5

Методика камеральной обработки материалов

5.1. Методика

Методика – совокупность способов и приемов исследования, порядок их применения и интерпретация полученных с их помощью результатов.

- Методика зависит от:
- Цели исследования
- Общего уровня квалификации исследователя
- Методологии (виды методов и способов исследования)

Например, перед нами стоит задача дать описание горной породе. Для того, чтобы это сделать, необходимо иметь базовые знания, такие как, например, знать, какие есть горные породы, чем они отличаются, какими минеральными ассоциациями сложены и т.д. Далее необходимо знать методы исследования, например, есть визуальное описание, описание под микроскопом, проведение лабораторных исследований. Необходимо выбрать метод, с помощью которого можно решить поставленную задачу. Для этого можно использовать визуальное описание. И получим результат – описание породы. Например, песок желтый, кварцевый, разнозернистый, плохо сортированный, косослоистый, fMs

Специфика работы на практике по геологии

В ходе практики есть две составляющие: индивидуальная работа и бригадная. Индивидуальная работа – заполнение полевых дневников, личных глав в отчете. Бригадная работа – создание дополнительных рисунков, приложений для создания отчета по геолого-геоморфологической практике в Чашниково. В результате необходимо подготовить выступление группы на защите отчета по практике.

5.2. Работа с коллекцией образцов горных пород

Это один из основных моментов. Изучение начинается в ходе полевых маршрутов. Сначала проводится отбор образца горных пород из каждого слоя. На рис.5.1 представлена фотография шурфа, где наблюдаются различные слои. Из каждого слоя необходимо отобрать образцы и провести их макроскопическое описание. Далее необходимо заполнить этикетки и поместить в мешочек с горным образцом породы.

Общепринятая схема макроскопического описания осадочной горной породы:

1. Название породы
2. Цвет породы
3. Минеральный состав
4. Структура породы

5. Текстура породы
6. Крепость и пористость
7. Включения
8. Вторичный изменения
9. Мощность слоя
10. Генезис
11. Возраст

Также информация об образце заносится на этикетку (рис. 5.2).



Рис. 5.1. Геологические слои в шурфе

Московской государственный университет им. М.В. Ломоносова Факультет почвоведения Учебная «Геолого-геоморфологическая практика» ОБРАЗЕЦ № 1/1а
Район (адрес точки наблюдения) Заброшенный карьер на восточной окраине д. Радомля
Точка наблюдения № 1 Слой 1.а
Описание: Песок жёлтый кварцевый грубозернистый
Геологический возраст (индекс): fII ms
Подпись: Иванов П.А.
«19» июня 2016 г.

Рис. 5.2. Этикетка образца горной породы

После возвращения из маршрута все образцы собираются в камеральном помещении и проводится их разбор. Из мешочеков, в которых были образцы, породы раскладываются в коробочки и в стаканчики, как на рис 5.3. В каждый стаканчик вкладывается этикетка, которая была заполнена в маршруте. Далее образцы необходимо занести образцы в журнал образцов. Это одно из приложений к отчету. Журнал должен выполняться на листе А4, альбомной или книжной ориентации. Поля: сверху – 2 см (для переплета), снизу справа и слева – 1 см.

В журнале присутствуют столбцы и строки (рис. 5.4). Первый столбец – номер образца по счету, второй столбец – номер образца (с этикетки), третий столбец – районе (местонахождение точки наблюдения), четвертый столбец- краткое описание породы, пятый столбец – возраст породы в виде индекса (генезис и возраст).

После этого необходимо расставить образцы от самого древнего к самому молодому, учитывая генезис.



Рис. 5.3. Расставление образцов горных пород

Приложение № ... Журнал образцов

№ п/п	№ образца (с этикетки)	Район	Краткое описание породы	Возраст породы
1	1/1а	Заброшенный карьер на восточной окраине д. Радомля	Песок желтый кварцевый грубозернистый	f II ms

*Приложение к отчету. Выполняется на листе А4, альбомная ориентация.

Рис. 5.4. Заполнение журнала образцов

Промежуточный зачет – сдача коллекции образцов горных пород. В этот момент все образцы должны быть разложены по возрасту и генезису. Каждый образец горной породы студент должен уметь описывать (макроскопическое описание). Необходимо уметь описывать горную породу: то есть, различать их по генезису, знать где встречаются данные отложения в районе практики.

Далее коллекция образцов помогает при написании отчета. Эти данные учитываются в характеристике четвертичных отложений, встречающихся в районе практики; использование в иллюстрациях к отчету (колонки, профили и т.д.).

5.3. Работа с топографической картой

Топографическая карта – географическая карта, на которой подробно изображена местность:

- Рельеф
- Гидрография
- Растительность
- Ирригационные каналы
- Опорные геодезические пункты
- Дороги и другие объекты местности

Для того чтобы понять, как соотносится топографическая карта с реальной местностью, на рис. 5.5. показано увеличение одного из фрагментов топографической карты.

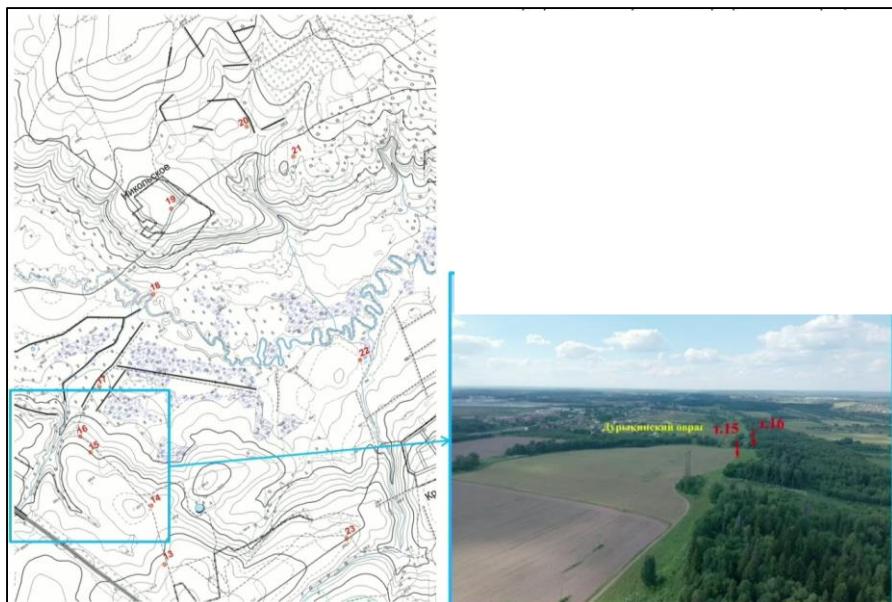


Рис. 5.5. Фотография района практики, соответствующая фрагменту топографической карты района практики

При работе с топографической картой важно обращать внимание на масштаб.

Масштаб карты – отношение расстояния на карте к соответствующему расстоянию на земле. Масштаб бывает разных видов: численный, именованный, линейный (рис.5.6).

Численный	Масштаб 1:25000
Именованный	В 1 см. 250 метров
Линейный	

Рис. 5.6. Виды масштаба

Необходимо знать и вертикальный масштаб для того, чтобы строить геоморфологические профили, профили оврагов. Способ расчета приведен на рис. 5.7.



Рис. 5.7. Вычисление вертикального масштаба

5.4. Построение продольных и поперечных профилей оврагов

На рис. 5.8. представлено строение оврага.

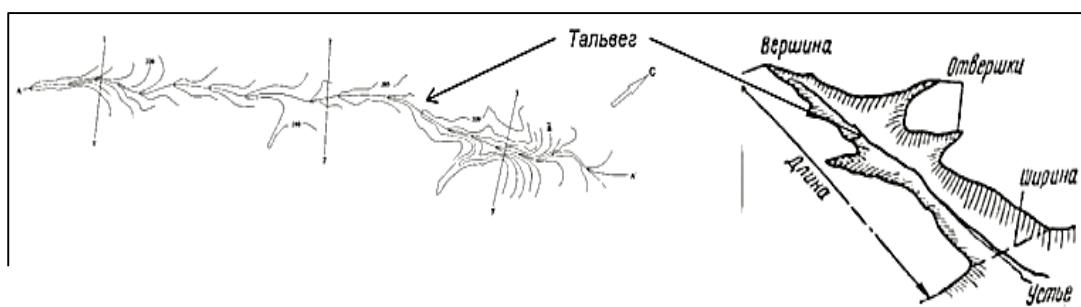


Рис. 5.8. Строение оврага

На рис. 5.8. представлен фрагмент топографической карты, где зафиксирован овраг. Для того чтобы построить продольный и поперечный профиль, необходимо заложить линию, по которой будем строить. Продольная линия будет соответствовать тальвегу, поперечная – вкрест тальвега. Это необходимо для прослеживания развития

оврага. V-образные овраги – молодые, U-образные – древние. Благодаря профилям мы можем оценить их возраст.

Необходимо взять миллиметровку, определить вертикальный масштаб, горизонтальный масштаб будет совпадать с масштабом топографической карты. Для того чтобы оценить вертикальный масштаб, необходимо посмотреть высоту в основании, в устье, где тальвег пересекает первую изолинию, и посмотреть значение самой верхней точки. Это амплитуда перепада оврага. Необходимо эти высоты нанести на миллиметровку. Необходимо приложить миллиметровку к линии и перенести значения изолиний, пресекающих линию. Миллиметровку необходимо поворачивать относительно линии. Поперечные профиля строятся таким же образом.

Краткий план. Линия продольного профиля соответствует тальвегу оврага. Линии поперечных профилей отмечают в устьевой, средней и вершинной части оврага. Определить вертикальный масштаб (горизонтальный масштаб соответствует масштабу карты). Построить продольный профиль. Построить серию поперечных профилей.

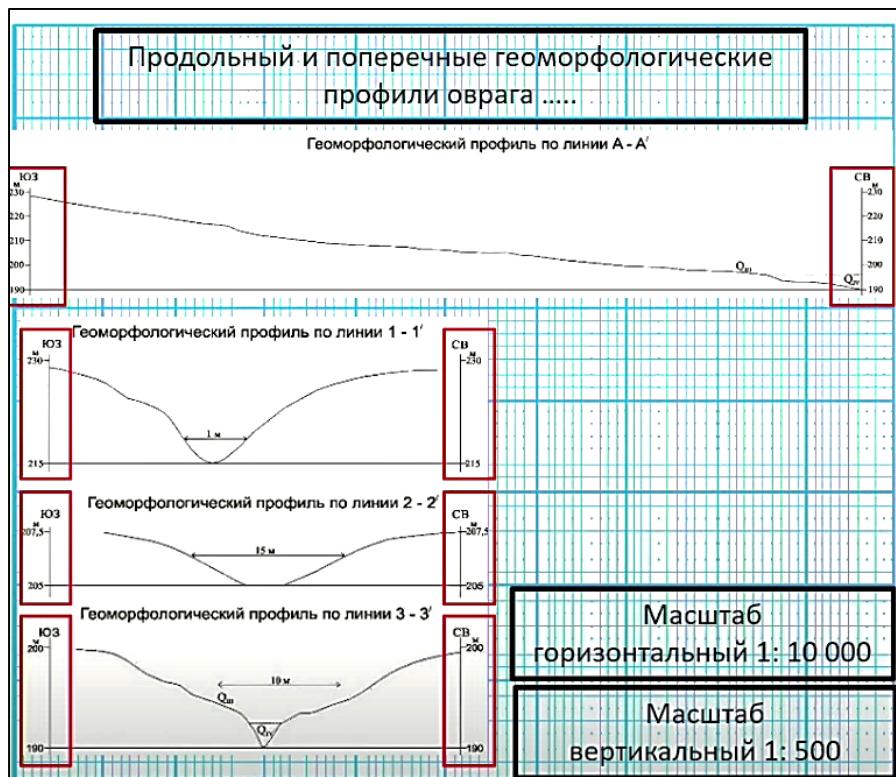


Рис. 5.9. Оформление продольного и поперечного геоморфологических профилей оврага

Далее необходимо оформить эти профили. Вверху пишется название и название оврага. Каждый овраг подписывается. Далее поперечные профили обозначаются цифрами. Располагаем профили один над другим, чтобы просмотреть эволюцию оврага. Необходимо подписывать масштаб и ориентировку.

Серию профилей необходимо объединить на один лист (рис. 5.10).

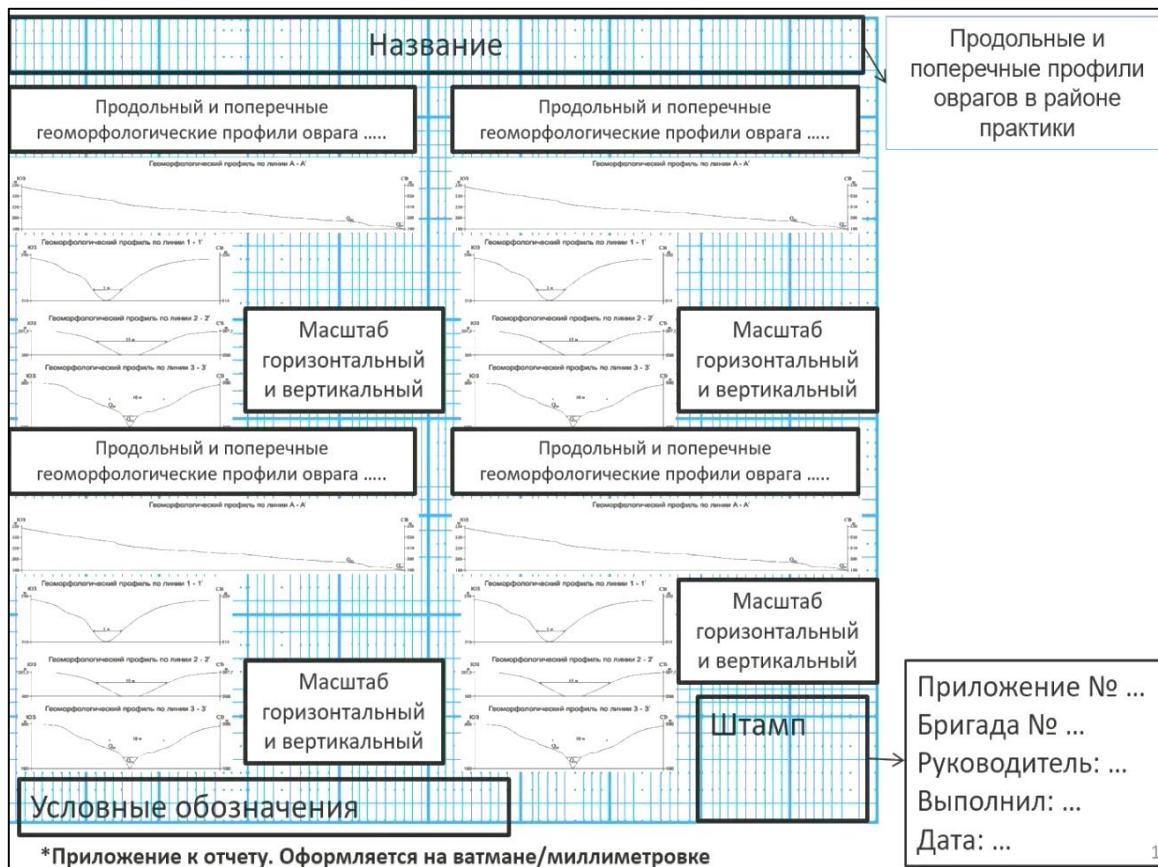


Рис. 5.10. Оформление серии продольных и поперечных профилей оврагов для отчета

5.5. Оформление карты фактического материала

Необходима карта фактического материала. Она выполняется на ватмане, на который нанесена топоснова. Необходимо нанести на карту точки наблюдения. Далее необходимо нанести разными цветами линии самостоятельных маршрутов и общих маршрутов, подписать их. Далее необходимо поднять ирригационные каналы и другие наблюдения, нанести карьеры, колодцы, отметить ручьи и дороги. Необходимо обвести контуры населенных пунктов и подписать. Необходимо подписать название карты, масштаб, заполненный штамп и условные обозначения (рис. 5.11).

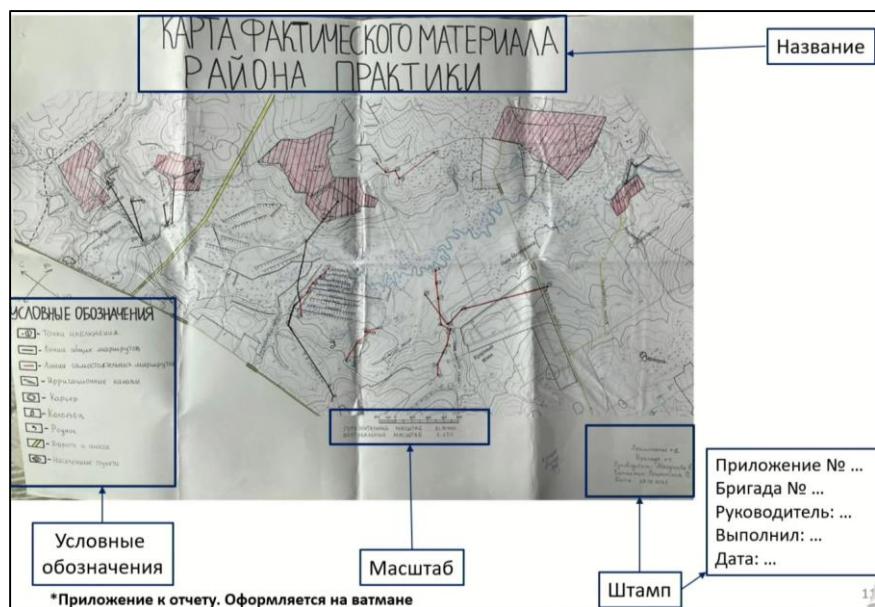


Рис. 5.11. Оформление карты фактического материала

5.6. Оформление стратиграфической колонки дочетвертичных отложений

Для построения стратиграфической колонки необходимо изучить несколько данных. Необходимо рассмотреть колонку дочетвертичных отложений в скважине, пробуренной около п. Поварово. Далее можно воспользоваться скважинами, которые пробурены в районе практики ранее, где мы можем посмотреть мощность отложений. В качестве примера представлена скважина 4459 (рис. 5.12).

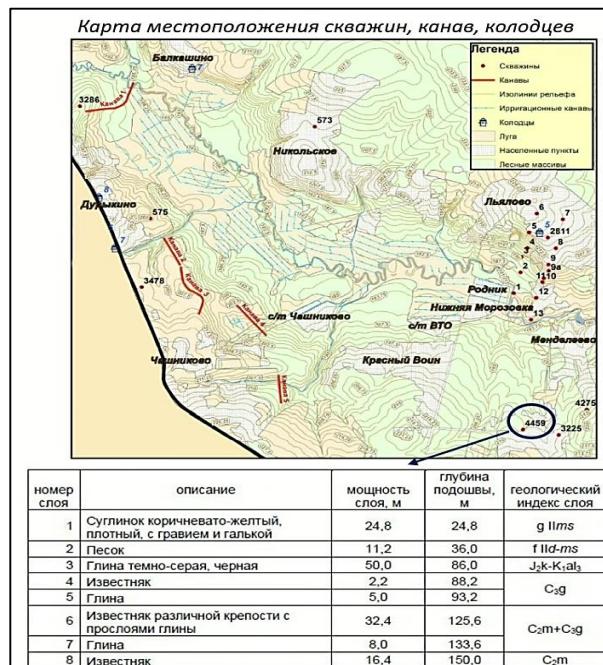


Рис. 5.12. Построение стратиграфической колонки дочетвертичных отложений района практики



Рис. 5.13. Оформление стратиграфической колонки дочетвертичных отложений для отчета

Необходимо указать крап в условных обозначениях и расшифровать (рис. 5.13).

5.7. Построение стратиграфической колонки четвертичных отложений

Четвертичные отложения наблюдаются в ходе маршрута. Необходимо для построения использовать все данные, которые отражаются в дневнике, пробуренных скважинах, канавах, колодцах. Вся информация суммируется и строится стратиграфическая колонка. За основу берется мощность отложений. Для отложений с большой мощностью можно нарисовать значок разрыва, для того чтобы уместить колонку на одном листе миллиметровки. Необходимо учитывать какие отложения более древние, а какие более молодые. Необходимо учитывать каким цветом отразить генезис (рис. 5.14).

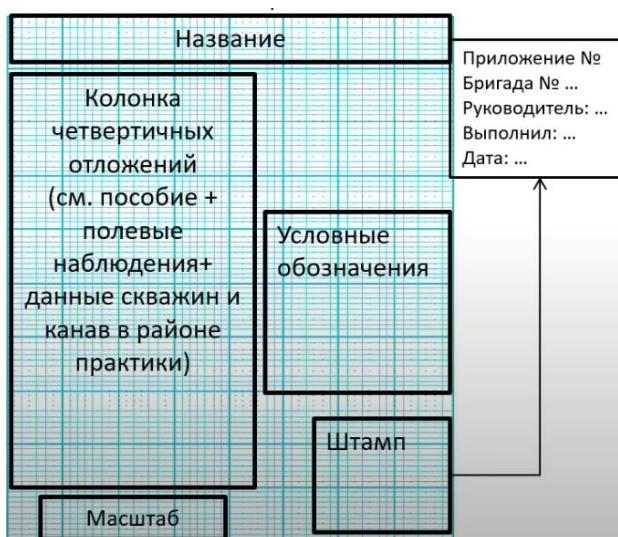


Рис. 5.14. Оформление стратиграфической колонки четвертичных отложений для отчета

5.8. Оформление геоморфологической карты и построение геолого-геоморфологических профилей

Геоморфологическая карта оформляется на листе ватмана (рис. 5.15). В центральной части располагается карта. На геоморфологической карте необходимо показать линии геолого-геоморфологических профилей и линии профилей оврагов. Необходимо указать масштаб, условные обозначения и штамп, стрелки сторону света.

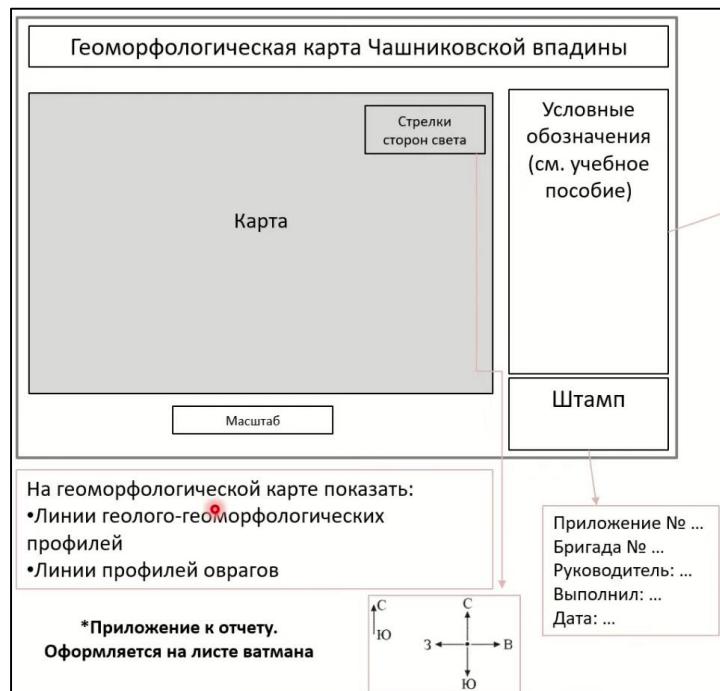


Рис. 5.15. Оформление геоморфологической карты для отчета

Линии геолого-геоморфологических профилей (ГГП) закладывают вдоль водораздельных поверхностей (рис. 5.16).

Построение ГГП осуществляется на миллиметровке:

1. Выбор вертикального масштаба с учетом мощности отложений в районе профиля
2. Снос значений высот изолиний, пересекающих линию профиля. Так как линии профилей извилистые, то снос значений высот изолиний рекомендуется проводить путем вращения листа миллиметровки. В результате получится рельеф.

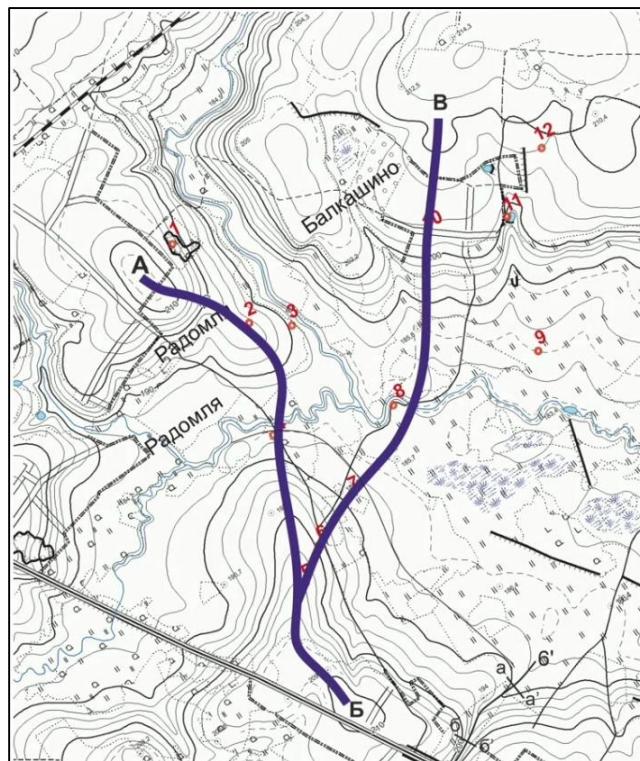


Рис. 5.16. Фрагмент топографической карты района практики с нанесенными линиями геолого-геоморфологических профилей

Далее необходимо снести геологические границы и элементы рельефа (границы распространения террас, водоразделов, поймы и т.д.) с геоморфологической карты. Мощность отложений берем из полевых наблюдений, скважин и канав, проходящих рядом с профилем, колонки четвертичных отложений. Необходимо указать масштаб и условные обозначения, ориентировку (рис. 5.17).

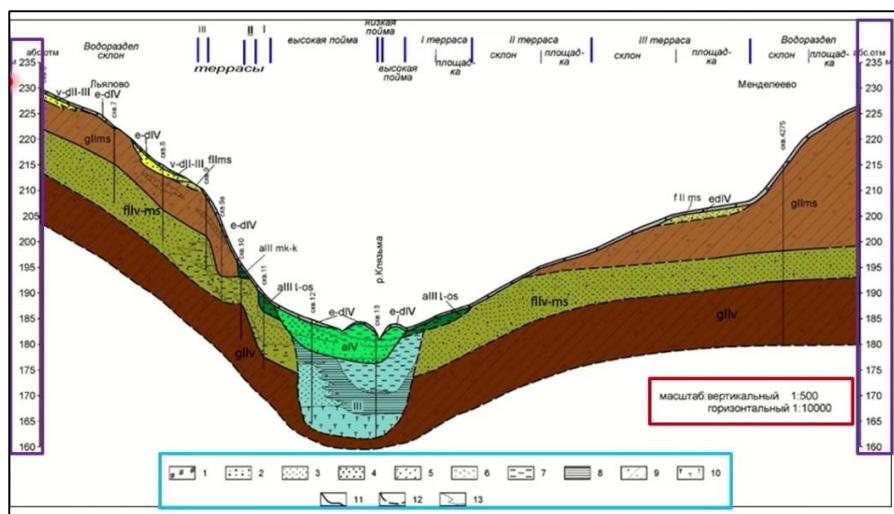
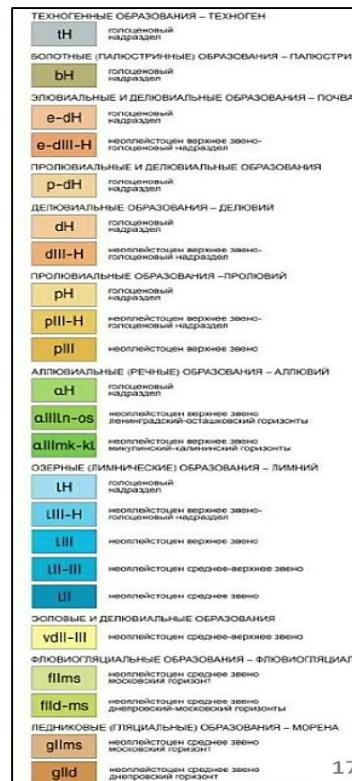


Рис. 5.16. Пример геолого-геоморфологического профиля на территории практики



17

Рис.5.17. Цвета генетических типов отложений

Все это оформляется на листе ватмана или миллиметровке, на одном листе нужно соединить все профили. Вверху необходимо указать название, сделать общие условные обозначения (рис. 5.17) и оформить штамп. Это следующее приложение к отчету. Показывает взаимосвязь четвертичных отложений (рис. 5.18).

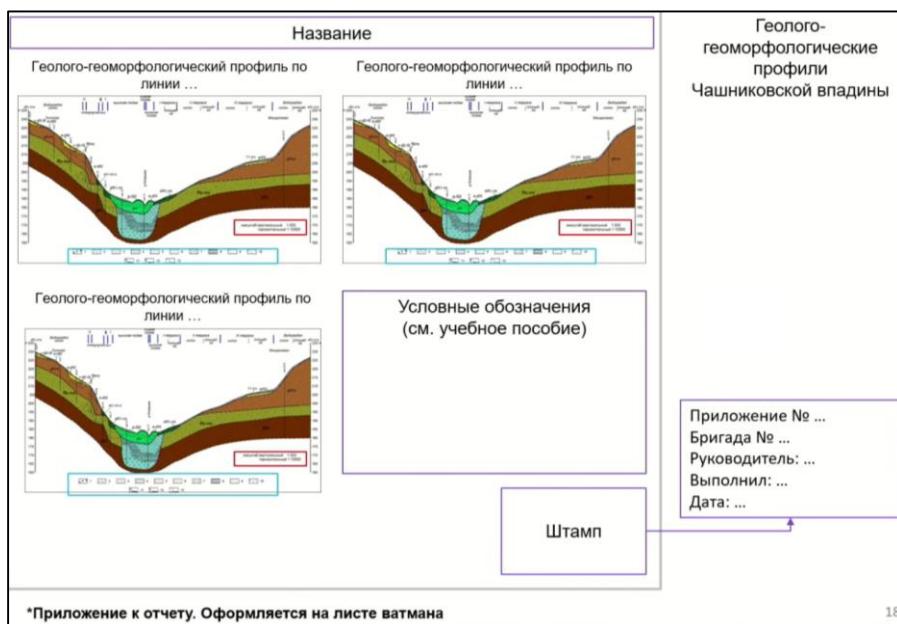


Рис.5.18. Оформление геолого-геоморфологических профилей для отчета

5.9. Построение схем сопоставления стратиграфических колонок, полученных в ходе маршрутных наблюдений

На точке наблюдения проводится описание отложений. После этого в дневнике зарисовывается колонка этих отложений. С одной стороны подписывается номер слоя, с другой стороны подписывается возраст, где указывается генезис и учитывается мощность. Такие наблюдения проводятся на каждой точке. После этого, необходимо составить схему сопоставления всех колонок по району, учитывая возраст. Таким образом, можно посмотреть, как сменяются отложения по районам (рис.5.19).

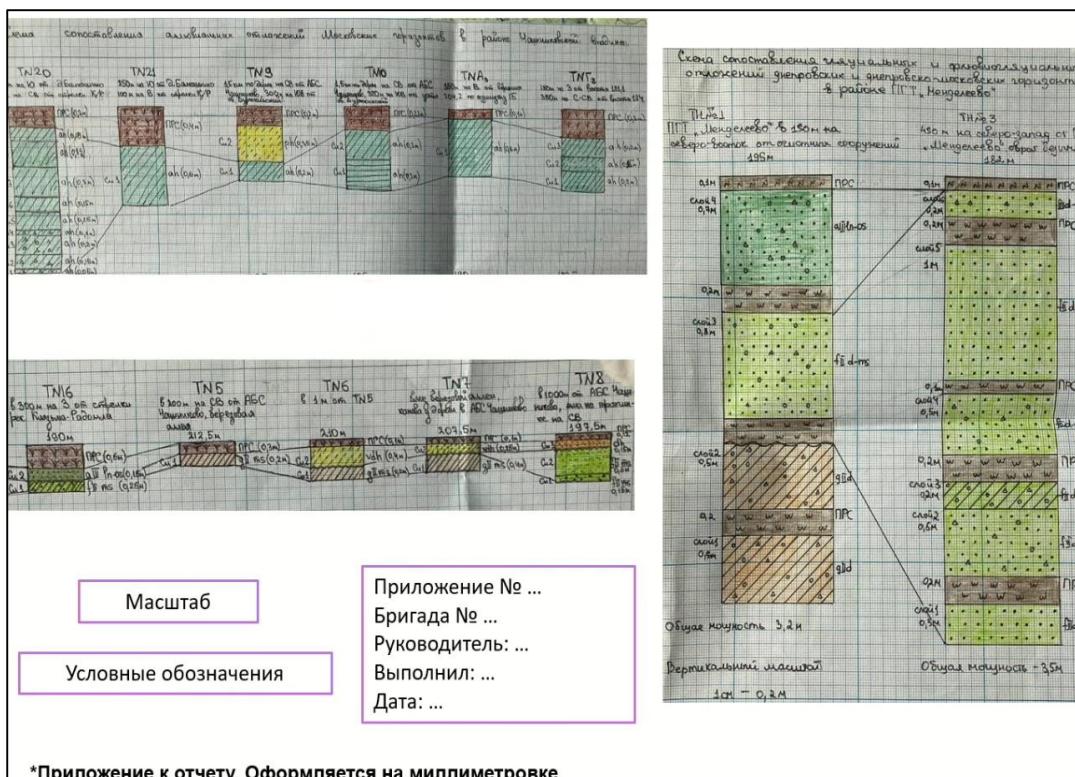


Рис. 5.19. Построение схем сопоставления стратиграфических колонок, полученных в ходе маршрутных наблюдений

5.10. Структура оформления отчета

Отчет должен начинаться с титульного листа. Далее пишется содержание. Следующая страница начинается с введения и далее по плану глав. Текст отчета выполняется на белой бумаге от руки или в печатном виде и дополняется обязательной графикой, а также дополнительными фотографиями, рисунками, зарисовками.

Обязательная графика

- Карта фактического материала
 - Сводная стратиграфическая колонка четвертичных отложений
 - Стратиграфическая колонка четвертичных отложений

- Схемы сопоставления стратиграфических колонок для разных районов практики
- Журнал образцов горных пород
- Геоморфологическая карта района практики
- Продольные и поперечные профили оврагов
- Геолого-геоморфологические профили
- Карта современных процессов
- Фотографии, рисунки и литолого-стратиграфические колонки, описанных разрезов, шурfov, канав
- Разрезы скважин, используемых для построения геолого-геоморфологических профилей
- Условные обозначения к рисункам и литолого-стратиграфическим колонкам

На рис. 5.20., 5.21 показаны примеры дешифрирования фотографий. Обязательно на фотографии должен быть масштаб (дневник, ручка, линейка и т.д.). На готовой фотографии необходимо выделить линиями слои, и все эти слои необходимо подписать.



Рис. 5.20. Дешифрирование фотографий и их оформление



Рис.5.21. Пример дешифрирования фотографии, отражающей геоморфологию района

У рисунков нумерация сквозная, дается только в конце, когда будут собраны все главы. На рисунки необходимо делать ссылки в тексте. Для литолого-стратиграфических колонок необходимо делать шапку (рис. 5.22).

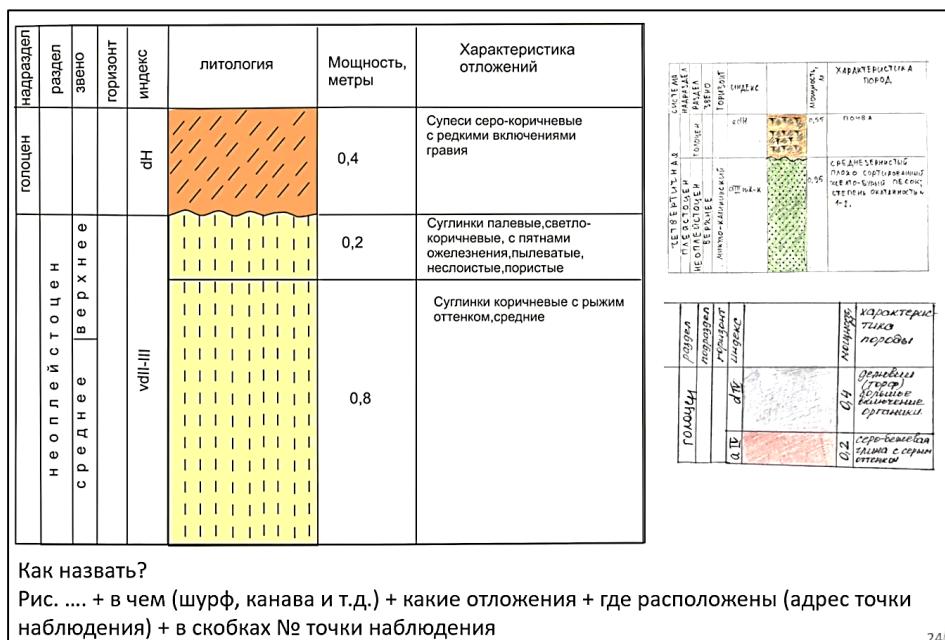


Рис.5.22. Оформление рисунков и литолого-стратиграфических колонок

После сборки всех глав и приложений получается готовый отчетный материал. Его необходимо будет защитить и сделать презентацию.

Необходимо подготовить презентацию, в которой необходимо отразить основные главы отчета. По этой презентации подготовить краткий рассказ ВСЕЙ БРИГАДОЙ с использованием подготовленной графики. Каждый член бригады рассказывает ту информацию, о которой он писал в главе отчета. Выступление - 20 МИНУТ.

Лекция 6

Маршрут: База МГУ – овраг Красный воин

6.1. Цель маршрута на овраг Красный воин

Цель маршрута – познакомиться с геологическим и геоморфологическим строением и сделать разрез от водораздельной поверхности до русла реки на правом берегу р. Клязьмы, познакомиться с четвертичными отложениями.

На рис. 6.1 показана канава трубопровода, где виден разрез московской морены, представленной суглинками кирпично-красными. Это окраина Чашниково. Само Чашниково располагается на водораздельной поверхности. Вода не уходит после дождя, так как она находится на флюидоупоре, отложения московской морены слабопроницаемые.



Рис. 6.1. Канава трубопровода (отложения московской морены)

Далее рассмотрим овраг Красный воин. В этом месте находится плотина и наблюдается искусственный водоем из-за перегородки оврага. Вода не уходит из-за слабопроницаемых отложений московской морены (рис. 6.2). Данная плотина необходима как резервуар для воды для противопожарной безопасности.

6.2. Маршрут база МГУ – овраг Красный воин

Маршрут проходит от Базы МГУ. Сначала маршрут идет по водораздельной поверхности, сложенной суглинками московской морены. Далее маршрут идет последовательно по 3, 2 и 1 террасе и пойме. На высокой пойме встречаются заболоченные участки. Маршрут заканчивается у р. Клязьма, где можно посмотреть

разрез пойменных отложений. Большая часть маршрута происходит в лесном массиве, и с помощью серии закопушек можно изучить отложения.



Рис. 6.2 Плотина

На рис. 6.3. представлен сводный разрез четвертичных отложений. Самые древние отложения, которые встречаются в маршруте, это отложения московского горизонта.

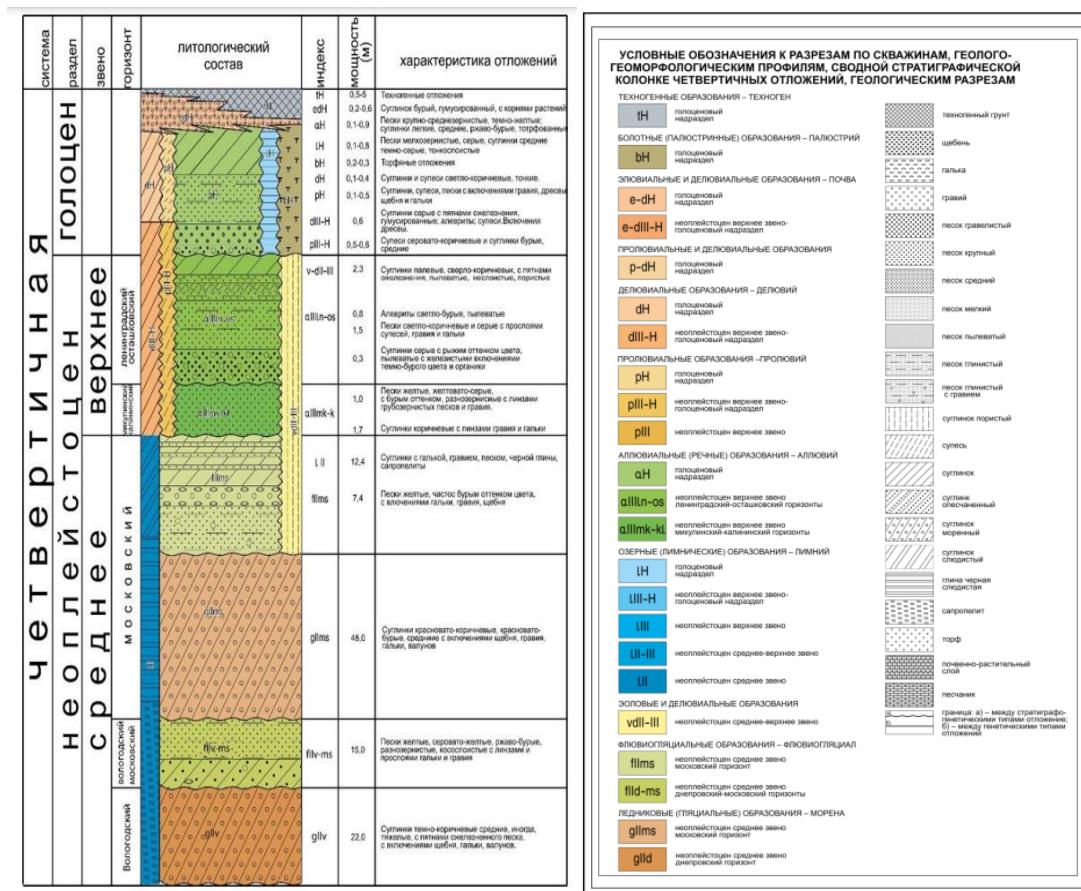


Рис. 6.3. Разрез четвертичных отложений в районе практики

6.3. Пример проведения маршрута в район Красный Воин

Маршрут начинается на березовой аллее по водораздельной поверхности, которая сложена моренными отложениями. Далее находится склон водораздельной поверхности. Далее последовательно 1,2,3 надпойменные террасы.

На рис. 6.4 показана канава для трубопровода (красная линия), доступная для изучения. Следовательно, в этом месте находится московская морена. Далее располагается склон водораздельной поверхности и площадка, которая является третьей надпойменной террасой и площадкой, на которой стоит питомник. Путь идет по левому берегу оврага. Далее находится ставок водохранилища. Вторую террасу слагают флювиогляциальные отложения.

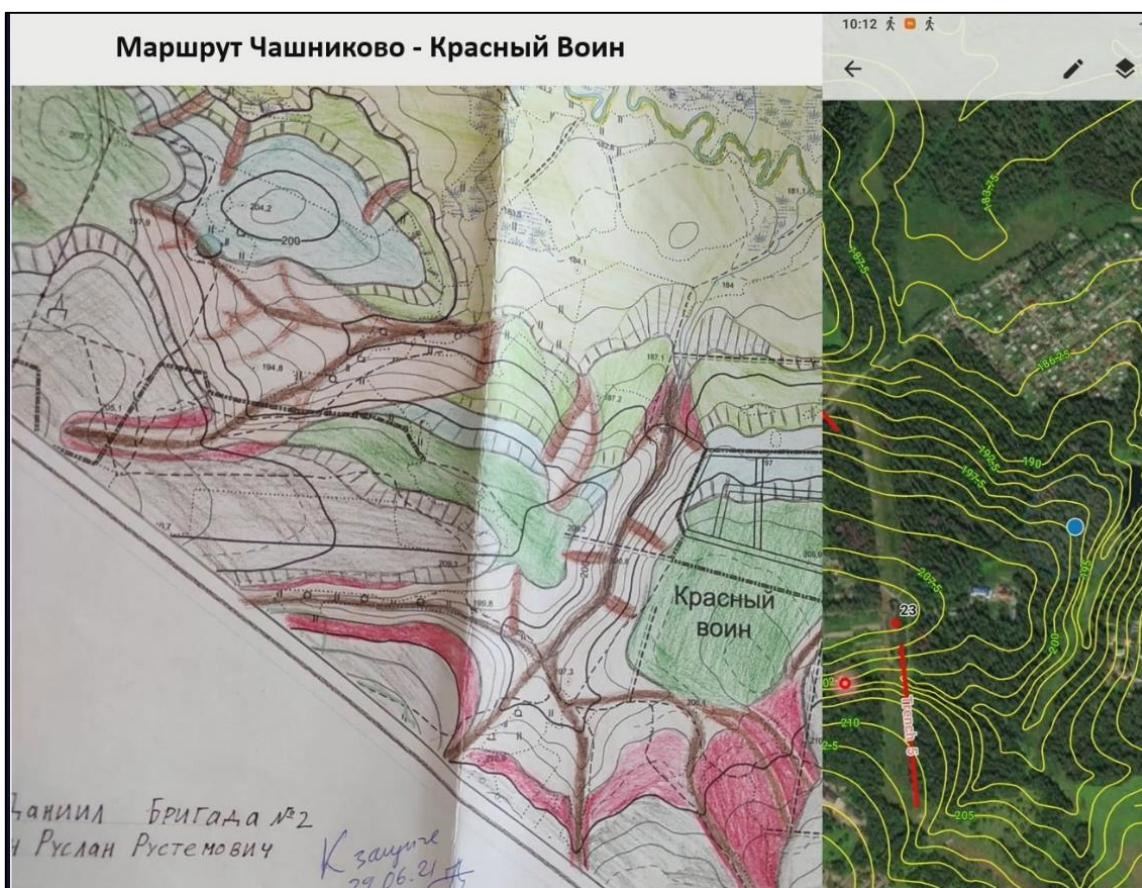


Рис. 6.5. Маршрут Чашниково-Красный воин

Первая точка маршрута.

Здесь констатируется факт, что в этой части находится водораздельная поверхность, сложенная моренными суглинками (рис. 6.6).

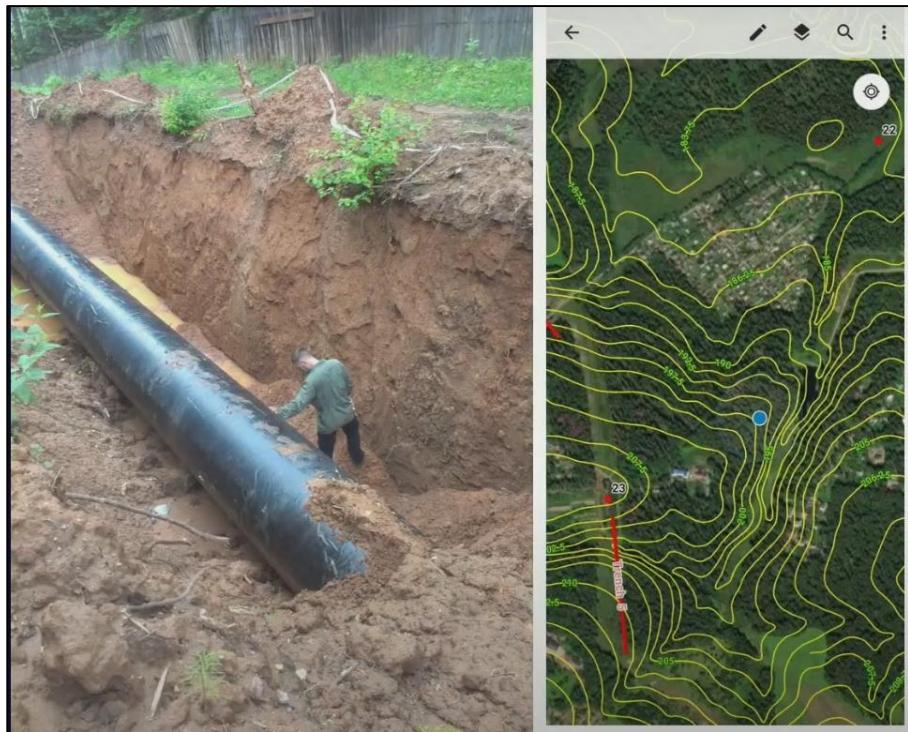


Рис. 6.6. Первая точка маршрута

Следующая точка наблюдения находится в районе питомника, это поверхность, отвечающая третьей надпойменной террасе. Если вырыть шурф, то можно обнаружить флювиогляциальные пески (рис. 6.7).

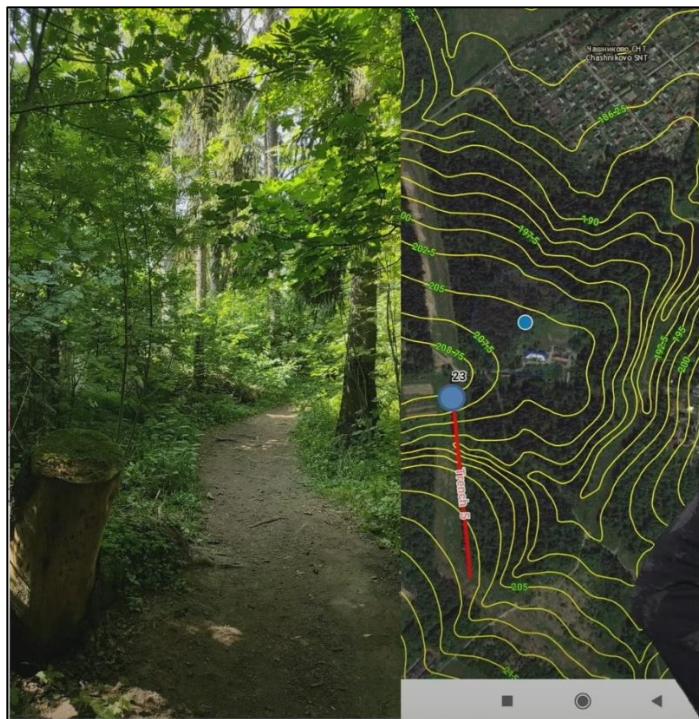


Рис. 6.7. Вторая точка маршрута

Наличие выровненной площадки, наличие построек и наличие флювиогляциальных песков, следовательно, это 3 надпойменная терраса, далее идет склон.

Как только тропинка начнет понижаться, значит это склон, а если становится более пологой, то это уровень террасы.

Одна из точек находится на второй террасе, над ней был склон. Там находим отложения микулинско-калининские, доказывающие, что это вторая терраса (рис. 6.8).

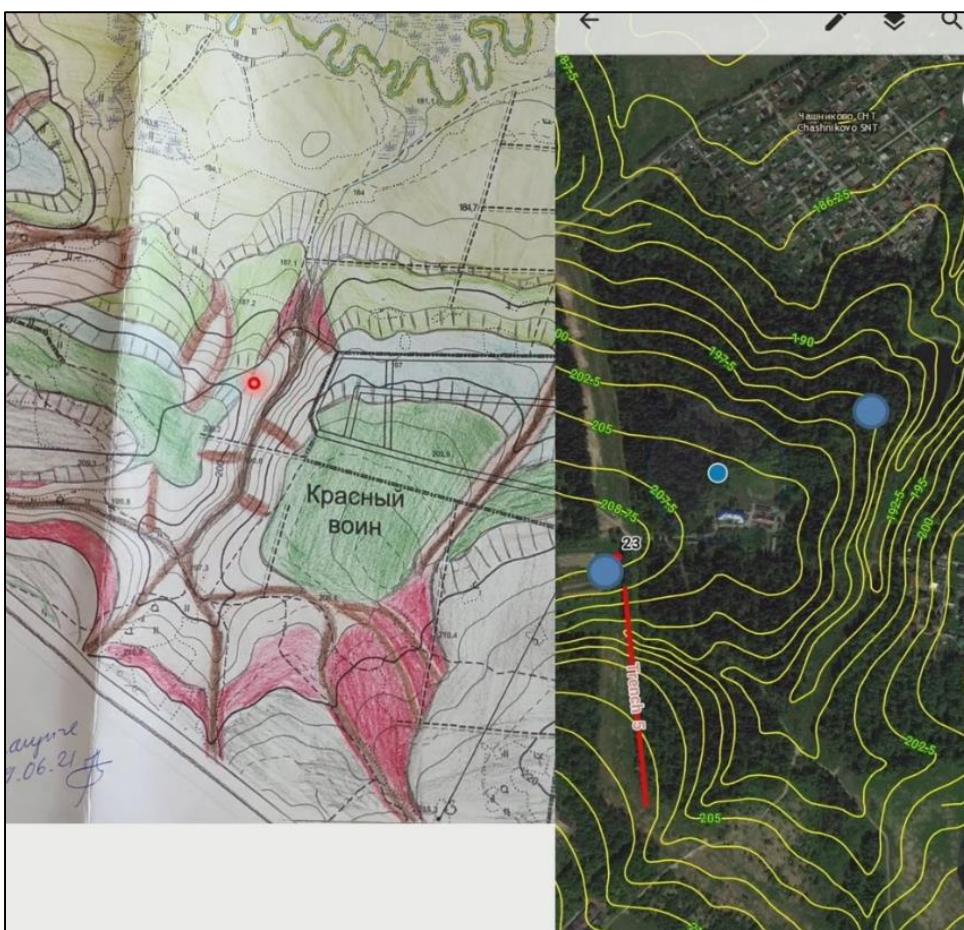


Рис. 6.8. Третья точка маршрута

Далее маршрут проходит возле плотины (рис. 6.9). Плотина – техногенное сооружение (рис. 6.10). Плотина была сделана из отложений морены. Это техногенный грунт, так как его создал человек. Необходимо описать инженерное сооружение, дренажные трубы. Далее необходимо изучить родник, который находится на склоне оврага (рис. 6.11), изучить форму оврага. Далее необходимо изучить делювиальные и пролювиальные отложения. Данная точка находится на границу второй и первой террасы.



Рис. 6.9. Четвертая точка маршрута (первая надпойменная терраса)



Рис. 6.10. Плотина



Рис. 6.11. Каптированный источник ниже плотины ставка в овраге Красный
Воин

Далее изучаются пойменные отложения. На последней точке у р. Клязьма необходимо измерить скорость течения реки, изучить отложения низкой поймы (рис. 6.12).

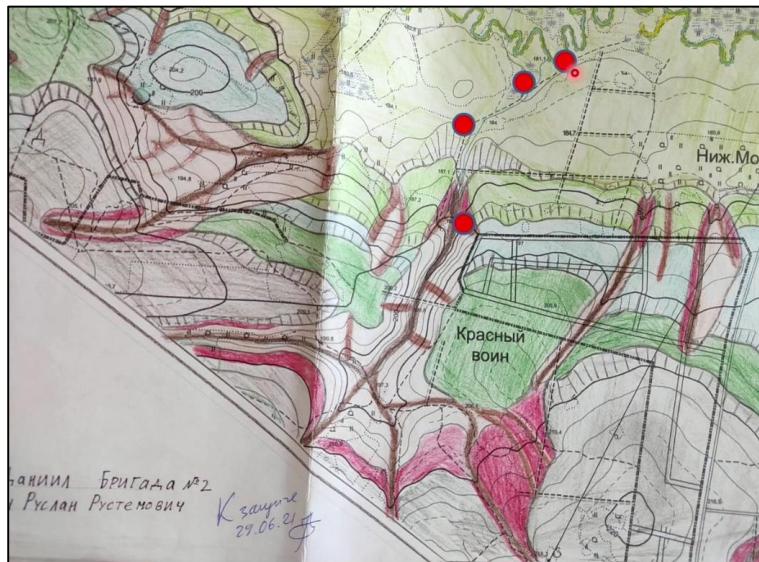


Рис. 6.12. Изучение пойменных фаий

По итогам маршрута необходимо сделать схему сопоставления по разрезам в точках наблюдения. В нижней части поймы встречается торф – болотные отложения (рис. 6.13). В ходе маршрута собираются образцы для литологической коллекции. Особо интересны техногенные и болотные отложения.



Рис. 6.13. Болотные отложения

Лекция 7

Эманационные радоновые и водородные исследования

7.1. Общая характеристика методики эманационных радоновых исследований

Цель работ – выделение зон повышенной проницаемости верхней части земной коры. Эта задача актуальна и интересна, так как позволяет получить практически значимые результаты. Известно, что такие зоны повышенной проницаемости часто связаны с активными разломами, по которым происходят динамические подвижки на современном этапе, нередко сейсмогенного характера. Кроме того, зоны повышенной проницаемости могут быть выражены как зоны трещиноватости, зоны повышенной флюидопроницаемости, по которым происходит миграция углеводородов. Содержание радона в подпочвенном воздухе, в скважинах, в подвальных помещениях сильно варьируется с течением времени, а в сейсмоактивных регионах эти временные вариации могут быть предвестниками сильных землетрясений. Таким образом, эманационная радоновая и водородная съемка достаточно значимые исследования, которые проводятся на территории Восточно-Европейской платформы многие десятилетия.

Сначала рассмотрим общую характеристику методики эманационных радоновых исследований. Используют различные приборы – радиометр радона РРА – 03, радиометр альфа-активных газов РГА-01П, представленные на рис 7.1.



Рис. 7.1. а) Радиометр радона РРА-03, б) радиометр альфа-активных газов РГА-01П

Измерения объемной активности радона предполагают проходку шпуров глубиной не менее 0,8 м, использование герметизаторов, шлангов малого диаметра и т.п., а также достаточно длительные (не менее нескольких дней) наблюдения.

Основная трудность – необходимость учета временных вариаций радона разной периодичности, обусловленной, прежде всего, приливными силами, метеорологической

обстановкой, вибрационными воздействиями. На рис. 7.2. показаны вариации объемной активности подпочвенного радона и их взаимосвязь с вертикальной составляющей приливной силы. Прослеживается корреляция между этими двумя параметрами.

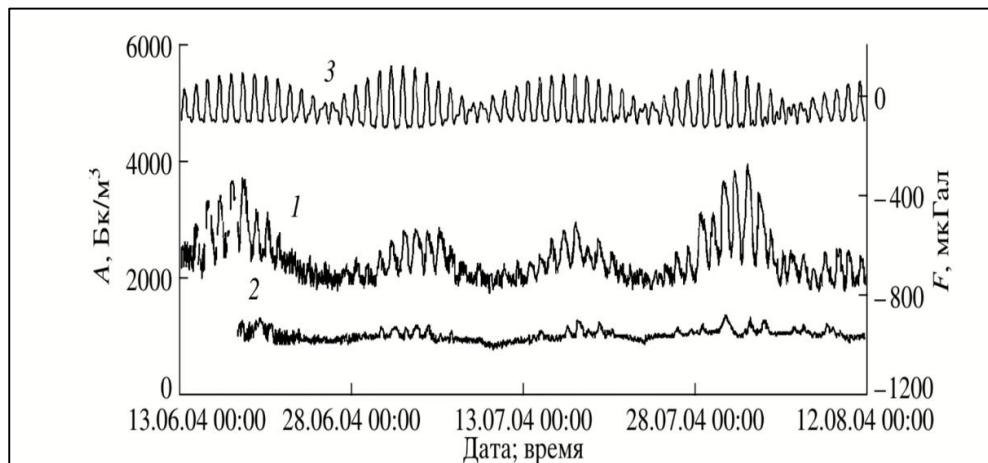


Рис. 7.2. Вариации объемной активности подпочвенного радона в пункте 5, расположенным на срединном участке тектонического нарушения 2-го порядка (1), и пункте 7, расположенным в структурном блоке (2); 3-вертикальная составляющая приливной силы F (Спивак и др., 2009)

В качестве индикатора зон повышенной проницаемости рассматривают высокие значения объемной активности радона и амплитуд их временных вариаций.

Эта методика имеет ряд недостатков: 1) необходимость использования достаточно дорогостоящего оборудования; 2) необходимость проведения длительных наблюдений.

Для преодоления недостатков предложена упрощенная методика измерения объемной активности радона.

7.2. Апробация упрощенной методики измерения объемной активности радона в Чашниково и Северном Приладожье

Данная методика сначала была опробована на территории Чашниково и на юго-востоке Балтийского щита в Северном Приладожье. Эти измерения предполагают использование недорогого прибора RADEX MR 107 (рис.7.3) и его установку в небольших шурфах на глубине около 0,4-0,5 м. Минимальный период наблюдений – 4 часа.

Основные трудности: 1) невозможность выполнения работы в дождливую погоду; 2) необходимость зарядки встроенного аккумулятора от сети, 3) в этом году существенно увеличилась стоимость приборов.

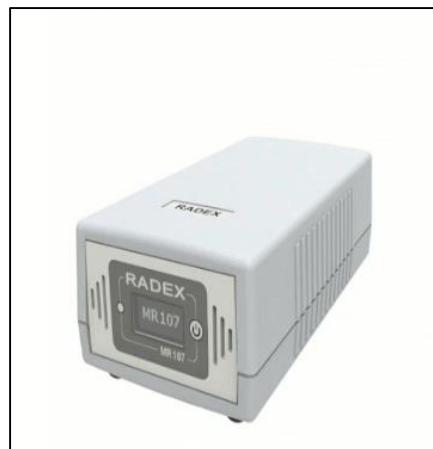


Рис. 7.3. Индикатор радона RADEX MR 107

Вместо этого можно использовать более бюджетную версию в качестве альтернативы (рис. 7.4).



Рис. 7.4. Индикатор радона SIRAD MR-106N (преимущества – низкая стоимость (8.5 т. р.), работа на батарейках)

На рис.7.5 показаны основные результаты, полученные в Чашниково. Красные точки – точки, в которых выполнялись замеры. Цифрами показаны средние значения объемной активности радона, красными линиями показаны линеаменты или слабые зоны, которые были выделены методом структурно-геоморфологического дешифрирования по цифровой модели рельефа. Видно, что одна из таких слабых зон проходит вдоль тальвега Дурыкинского оврага, и высокие значения объемной активности радона приурочены к конусу выноса этого оврага. Другой линеамент протягивается от Ольгиного пруда в сторону поймы реки Клязьмы. Здесь наблюдаются высокие значения изучаемого параметра, это подтверждает достоверность структурно-геоморфологических построений и позволяет рассматривать данные линейные морфоструктуры как зоны повышенной проницаемости верхней части земной коры. В дальнейшем эта методика была апробирована на территории Северного Приладожья.

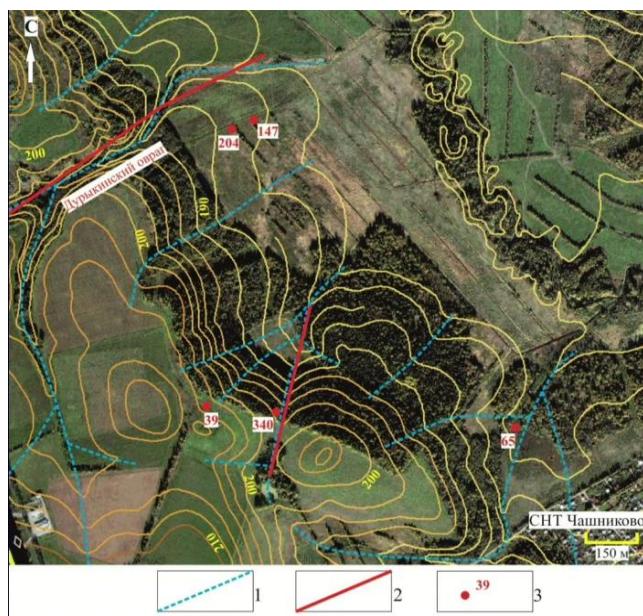


Рис. 7.5. Расположение точек замеров объемной активности радона в районе Чашниково (Агибалов и др., 2019): 1- тальвеги оврагов, 2-выделенные по повышенным значениям объемной активности радона и геоморфологическим признакам зоны повышенной проницаемости, 3-значения объемной активности радона, Бк/м3

В дальнейшем эта методика была апробирована на территории Северного Приладожья. На рис. 7.6 показано несколько линий профилей эманационных радоновых исследований. Здесь много докембрийских гранито-гнейсовых структур, которые выражены в рельефе куполом.

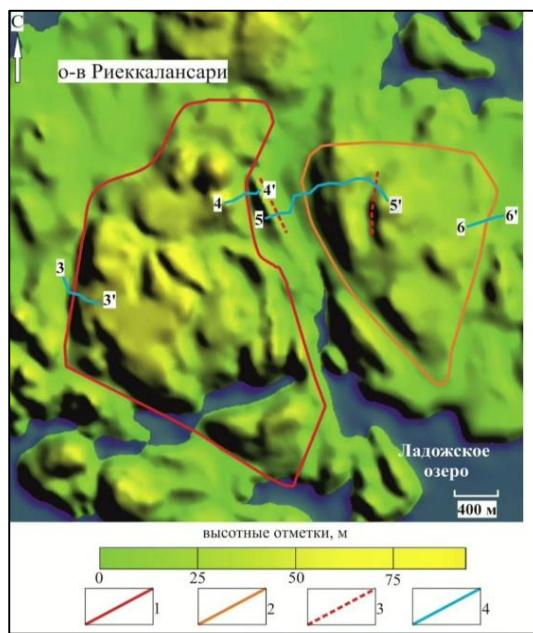


Рис. 7.6. Схема расположения профилей эманационных радоновых исследований на острове Риеккалансари (Агибалов, 2019): 1-граница гранито-гнейсового купола

Риеккалансари, 2-контуры сопряженной с ним синформной структуры, сложенной гнейсами раннепротерозойской ладожской серии, 3-докембрийские зоны тектонизации, выраженные в рельефе, 4-линия профилей

Рассмотрим один из профилей. В нижней части показан рельеф, вынесены точки наблюдения, красные линии – выраженные в рельефе докембрийские разрывные нарушения. Эти разломы представлены уступами, вертикальными стенками, порой достаточно высокими, до первых десятков метров. Разломы выражены и в рельефе и доступны для прямого геологического изучения, так как породы сильно рассланцованны. На верхнем графике видно, что с этими разломами связаны аномалии объемной активности радона, достаточно четкие пики, которые превышают все возможные погрешности наблюдения в несколько раз, изменяются значения там, где разломов нет, и там, где они выходят на дневную поверхность. Для того чтобы исключить временные вариации объемной активности радона, ставятся несколько датчиков одновременно, сразу проводятся исследования в нескольких точках наблюдения. При недостатке датчиков это не обязательно, так как исследования проводятся в сжатые сроки. Аномалии получаются очень контрастные, они затушают возможные временные вариации объемной активности радона.

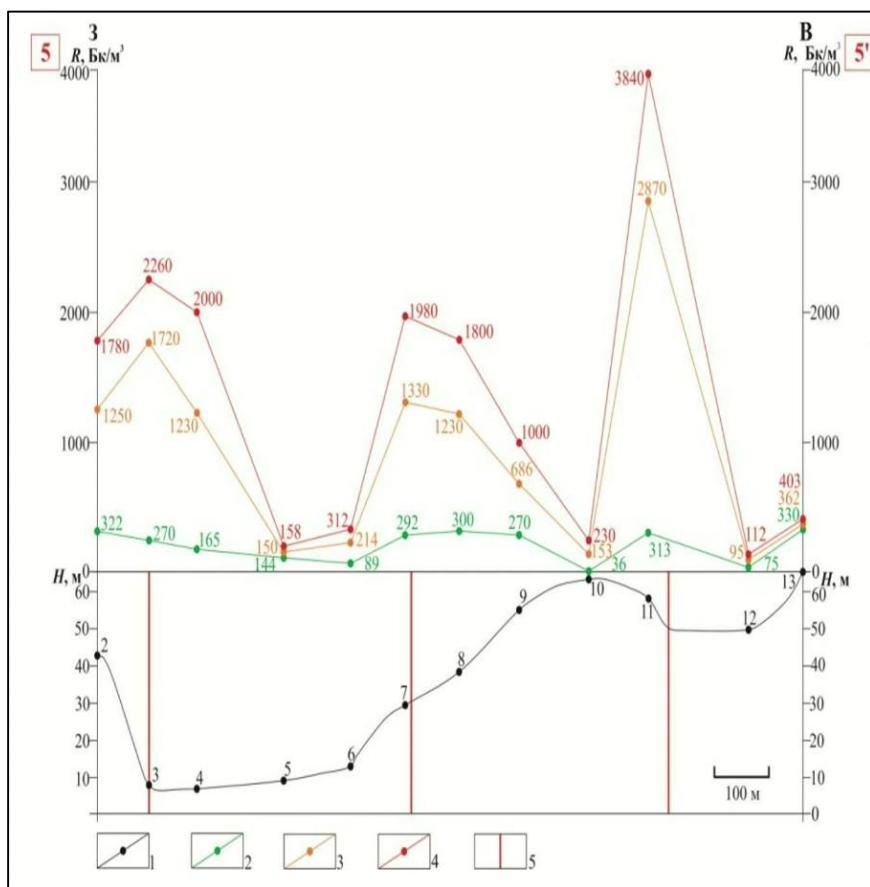


Рис. 7.7. Результаты эманационных радоновых исследований вдоль профиля 5-5' (остров Риеккалансари):

1- профиль рельефа (цифрами обозначены номера точек наблюдения); 2-4 –
значения объемной активности радона, измеренные в течение суток на глубине 0,5м:
2- минимальные, 3-средние, 4-максимальные, 5-выраженные в рельефе докмебрийские
разрывные нарушения. R-объемная активность радона, $\text{Бк}/\text{м}^3$, H- высота, м

7.3. Методика измерения концентрации водорода (по Сывороткину и др., 2018)

Эти работы проводились под руководством Владимира Леонидовича Сывороткина. Используется газоанализатор водорода ВГ-2. Методика работ предполагает измерение концентрации водорода в небольших шпурах на глубине 1-1,5 м, из которых проведена откачка воздуха ручным насосом; используют герметизаторы. Расстояние между точками наблюдения – 150-200 м. Время одного замера варьировалось от 45 до 90 мин и составляло в среднем, около 1 часа. Измерения не должны выполняться вблизи автодорог и прочих участков, где наблюдается высокая концентрация паров бензина.



Рис. 7.8. Газоанализатор водорода ВГ-2

На рис. 7.9 показаны основные результаты эманационной съемки и сводовый профиль подпочвенного водорода на территории Чашниковской впадины. Красными линиями показаны слабые зоны, выделены по структурно-геоморфологическому методу по детальной цифровой модели рельефа. В точках замера рядом с этой зоной повышенные значения концентрации подпочвенного водорода. Это позволяет интерпретировать упомянутые линейные структуры как зоны повышенной проницаемости.

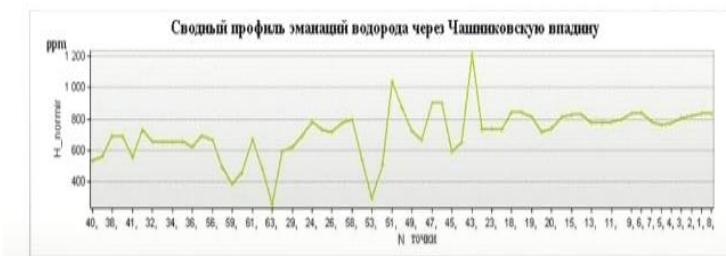
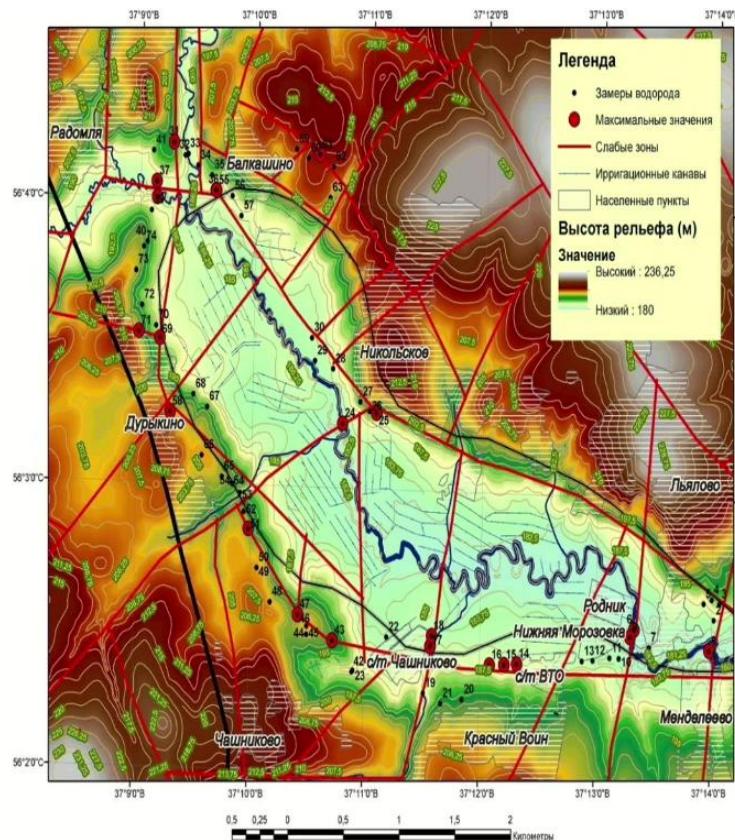


Рис. 7.9. Карта результатов эманационной съемки и сводный профиль подпочвенного водорода территории Чашниковской впадины (Сывороткин и др., 2018)

Основные выводы

1. По повышенным значениям объемной активности радона и концентрации водорода выделены зоны повышенной проницаемости Чашниковской впадины, которым соответствуют «слабые» зоны, выявленные структурно-геоморфологическим методом Н. Костенко (1999).
2. Предложена и апробирована упрощенная методика измерения объемной активности радона в подпочвенном слое. Установлена ее информативность для выделения зон повышенной проницаемости.

В близповерхностном слое наблюдаются геохимические аномалии, однако геологическая история ясна не до конца.

Дискуссионные вопросы

1. Что представляют собой зоны повышенной проницаемости района Чашниково в геологическом отношении? В области развития плитного чехла ВЕП известно достаточно малое количество активных разломов, а зоны концентрации микротрещин должны быть подтверждены геофизическими данными. Нет сомнений только в отношении щитов, там достаточно много активных разломов. Кроме того, за все время полевых наблюдений в Чашниково, неизвестны значительные смещения слоев четвертичных пород, которые могли бы указывать на сдвиговые подвижки. Есть небольшие смещения, но они объяснимы экзогенными процессами.

2. Каковы источники радиоактивного изотопа ^{222}Rn и водорода? Известно, что радон и водород – глубинные газы, однако существование достигающих больших глубин зон трещиноватости в Чашниковской впадине вызывает определенные сомнения. На рис. 7.10 показано увеличение объемной активности радона с глубиной.

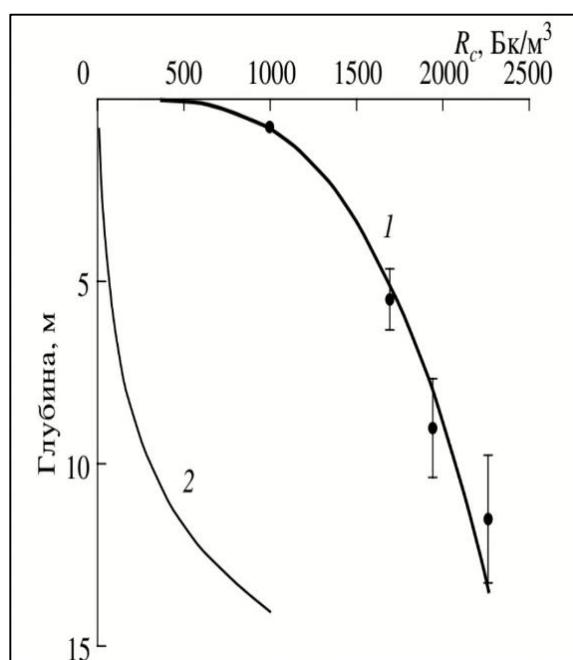


Рис. 7.10. Увеличение объемной активности радона с глубиной (Стивак и др., 2009): 1-результаты эксперимента, 2-расчет для случая линейной диффузии

На рис. 7.11 показано изменение концентрации водорода с глубиной. Увеличивается концентрация водорода с глубиной (бирюзовый цвет). Отклонения от тренда обусловлены геологическим строением, однако общие тенденции сохраняются.

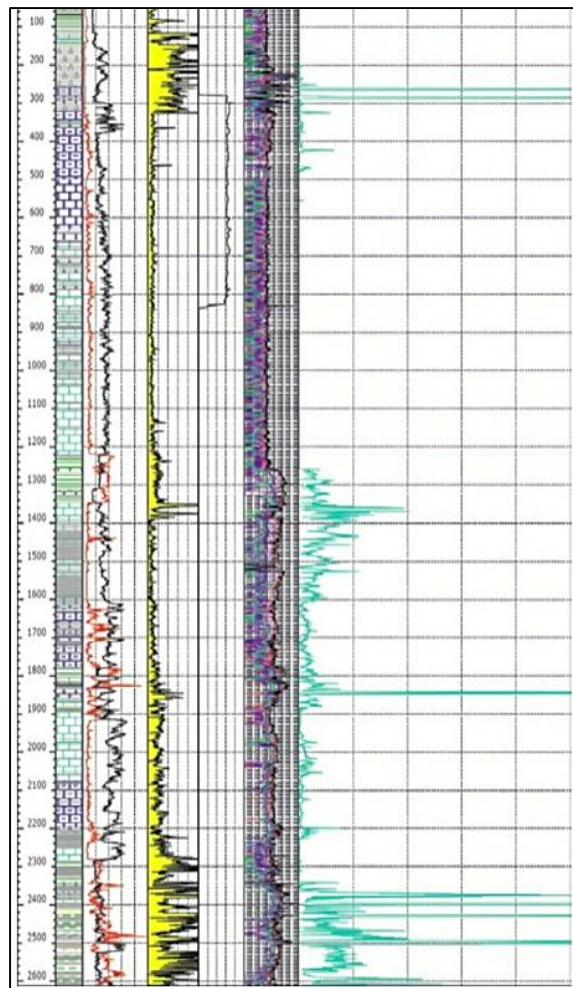


Рис. 7.11. Изменение концентрации водорода с глубиной в разрезе Сакмовской скважины (Волго-Уральская антеклиза) (показано бирюзовым цветом в крайней правой колонке) (Шевченко, Силкин, 2015)

Таким образом, дискуссионные вопросы снимаются с Северного Приладожья, где наблюдаются активные разломы. В платформенных условиях дискуссионные вопросы остаются открытыми.

Лекция 8

Морфометрические карты Чашниковой впадины

8.1. Морфоструктурный анализ

При построении геоморфологических карт считается, что все элементы построения являются цикловыми, т.е. их формирование обусловлено региональными циклами, в результате которых образуется рельеф. Например, картирование цикловых речных террас.

Однако, строение Чашниковой впадины говорит о том, что в ее формировании значительную роль играли молодые неотектонические движения. Об этом говорит то, что борта впадины контролируются линеаментами. Сама впадина на развивается неравномерно: широкая в центральной части и узкая в южной и северной части. Река по-разному меандрирует. Это все указывает на то, что тектонические движения сильно влияют на формирование рельефа Чашниковой впадины. Следовательно, при построении геоморфологических карт необходимо использовать морфометрические карты. Например, существуют морфометрические карты крутизны склона.

В лекции будет рассказано о морфоструктурном анализе, который был создан для выявления новейших тектонических структур. Этот метод, несмотря на то, что используется давно, имеет ряд значительных ограничений. Первое – этот метод хорошо выявляет воздымания, и достаточно плохо выявляет отрицательные структуры – впадины. В областях распространения ледникового рельефа этим методом необходимо пользоваться с осторожностью. На рис. 9.1 показана топографическая карта Чашниковой впадины и геологическая карта. Дочетвертичные отложения имеют очень пологое залегание в данной области. Более древние отложения маркируют древнюю долину. Мы не можем этим методом достоверно проанализировать все новейшие тектонические движения. Можем только те, которые происходили после последнего четвертичного оледенения (валдайского), когда нет влияния циклических изостатических колебаний.

Особенность этого метода заключается в том, что он позволяет разбить рельеф на составные части и проанализировать развитие рельефа во времени. Это основано на том, что рельеф разбивается на основе гидросети. Более развитые долины являются более древними, и исходя из этого мы можем говорить, что они отражают формирование рельефа на более ранних стадиях. Этот метод разрабатывался для ручного картирования.

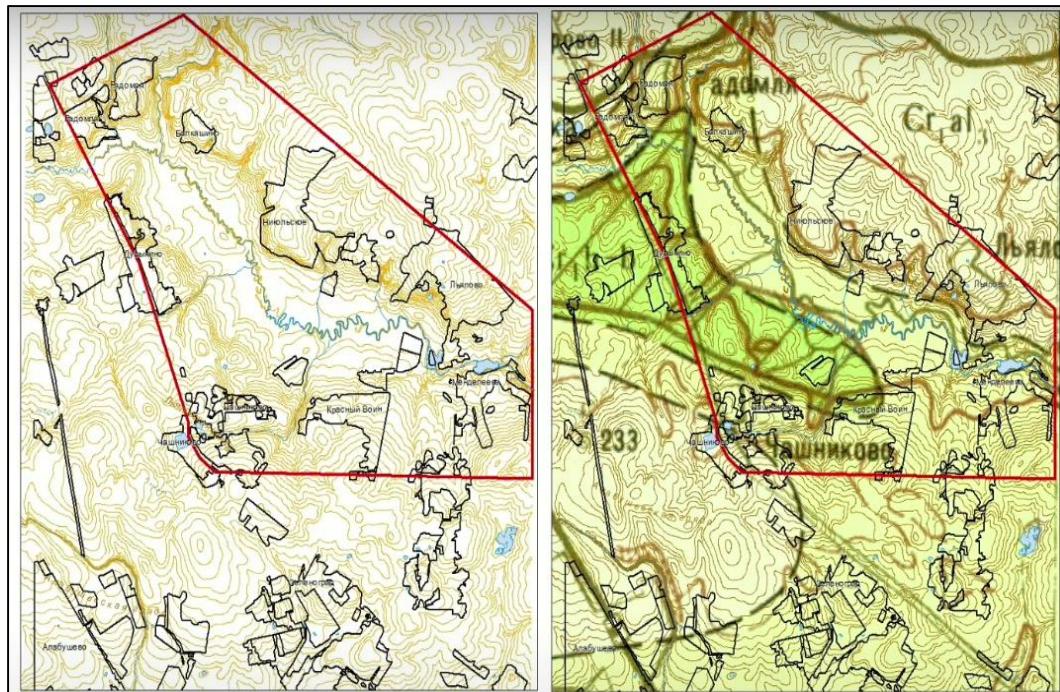


Рис. 8.1. Топографическая и геологическая карты района практики

8.2. Цифровая модель и цифровой рельеф

Сейчас этот анализ можно производить с помощью геоинформационных технологий. В таком случае удобно пользоваться не изолиниями рельефа, а цифровыми моделями рельефа. Это некое растровое изображение, в котором каждой точке растра присваивается высота рельефа. Цифровая модель рельефа может иметь разное разрешение, разную точность. Цифровой рельеф местности и цифровая модель рельефа - это разные понятия.

Цифровая модель рельефа строится на основе данных дистанционного зондирования Земли, и в цифровой модели рельефа не снимается достаточно хорошо дополнительная нагрузка, которая присутствует поверх рельефа: леса, здания и т.д. Нагрузка остается и вносит некоторые искажения, которые могут быть достаточно значительны. Цифровой рельеф местности – это цифровой рельеф поверхности Земли. Например, с помощью съемки дроном или с помощью специальных программ можно построить рельеф. Можно получить сведения из открытых источников. Наиболее точные модели рельефа – SRTM и ALOS. Максимальное разрешение составляет 1 секунду, по долготе – 30 м, по широте -15 м. Для нас такая точность недопустима, так как район маленький.

Можно построить цифровую модель с помощью радарных снимков организаций, которые распространяют данные дистанционного зондирования Земли, либо получить из свободного доступа. К таким относятся радарные снимки французского спутника SNTL и, используя программы, можно построить цифровую модель с разрешением 2

метра, но у нее будет недостаток в виде дополнительной нагрузки, шума, который будет искажать рельеф. Это достаточно трудоемкий процесс.

В нашем случае мы будем строить цифровую модель рельефа на основе цифровой модели топографической карты (оцифрованная).

8.3. Программа ArcGIS

Построение с помощью программы ArcGIS. На рис. 9.2. представлен интерфейс программы, в которой построена цифровая модель рельефа. Выделен инструмент, с помощью которого был проинтерполирован этот рельеф (Topo to Rastr). Интерполяция – это математическая модель. С одной стороны, необходимо получить цифровую модель рельефа с высоким разрешением, с другой стороны есть карта, у которой есть свои ограничения. Заложение горизонталей составляет 2,5 м. Расстояния между изолиниями в некоторых местах большие, поэтому инструменты интерполяции работают недостаточно корректно. В данном случае корректно строится модель с разрешением 5 м. Такая модель нас не устраивает, так как необходимо учитывать тальвеги оврагов. Самое максимальное разрешение в данном случае может составлять 2 м. Для этого для построения использовались не только горизонтали, но и точечные высотные отметки. Таким образом, получилась более точная цифровая модель рельефа для Чашниковой впадины и ее обрамления.

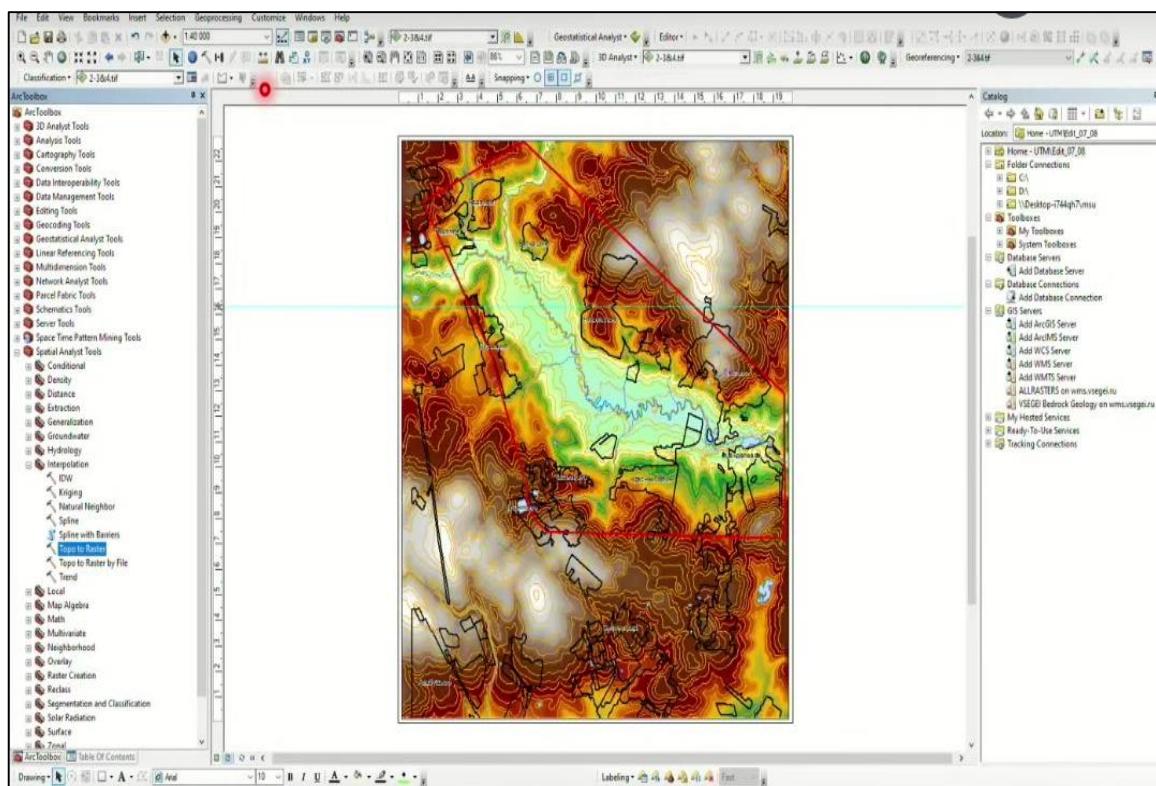


Рис. 9.2. Интерфейс программы ArcMap (ArcGIS)

8.4. Цифровая модель рельефа

На рис. 9.3 представлена полученная цифровая модель рельефа. Наборы морфометрических карт строятся на основе анализа гидросети. На топографических картах под гидросетью понимаются постоянные водотоки. На нашей территории их не так много - это р. Клязьма, р. Радомля и некоторые ручьи. Все остальные водотоки временные. Необходимо использовать их, но тальвеги не представлены на топографической карте. Тальвеги будут построены по цифровой модели рельефа.

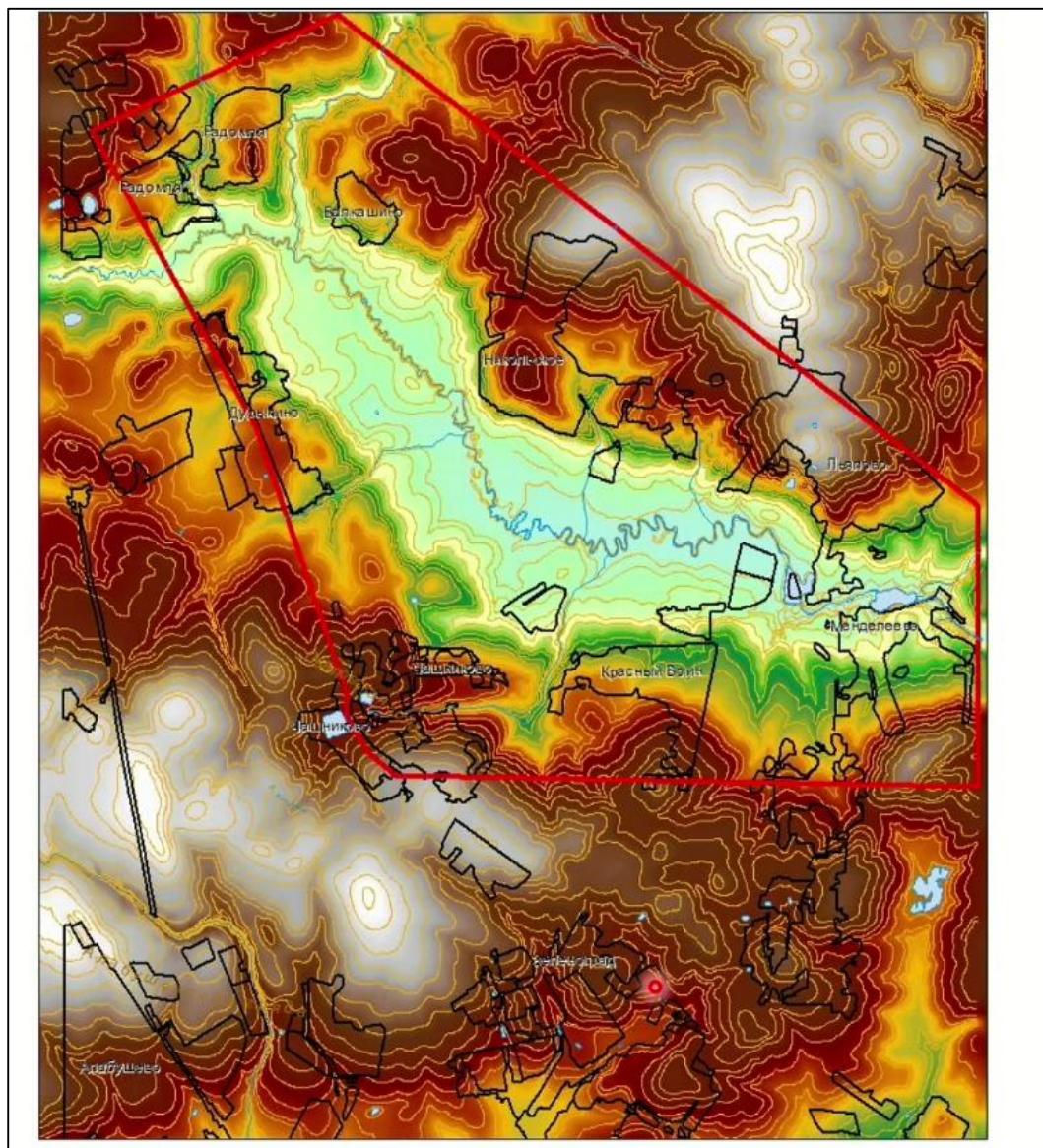


Рис. 9.3. Цифровая модель рельефа

Для построения цифровой модели рельефа необходимо заполнить локальные депрессии. Если цифровая модель проинтерполирована исходя из цифровой модели топографической карты или получена из внешних источников, она может содержать ошибки. Ошибки, связанные с тем, что на цифровых моделях могут мешать какие-либо

кусты или ошибки математического аппарата. По течению водотоков могут возникать некие локальные депрессии, которые будут локальными источниками стока, и в результате неправильно будет строиться модель водотока. Для этого локальные депрессии должны быть устраниены и заполнены. В программе ArcMap таким инструментом является Fill. Глубину заполнения депрессии чаще всего приходится подбирать вручную. Это некий процесс, который необходимо сделать для правильного построения сети водотоков.

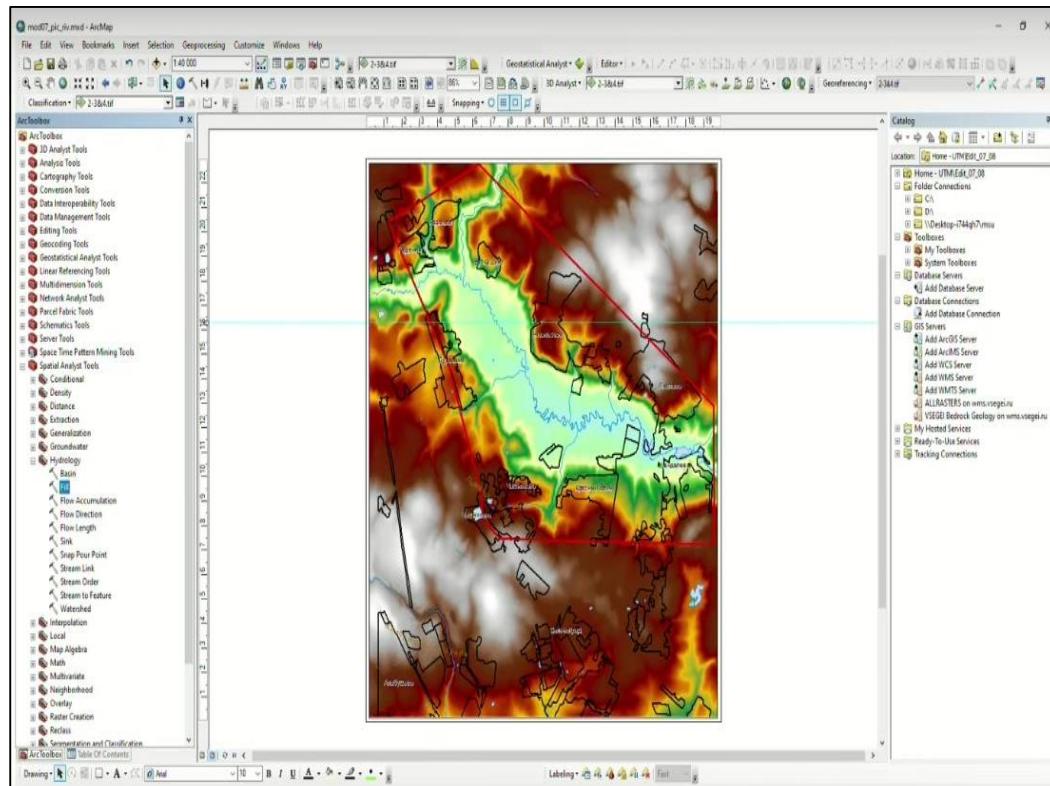


Рис. 9.4. Построение цифровой модели рельефа

8.5. Построение морфометрических карт

Далее необходимо построить промежуточную морфометрическую карту – карту направления стока. Направление стока строится по модели 8минаправленного стока. Если взять лист бумаги в клетку и за точку принять одну клетку, то вокруг клетки будет 8 соседей. Из 8 соседей выбирается тот сосед, у которого разница в высоте наибольшая. В эту сторону и пойдет сток. Таким образом, получаем направления, по которым течет вода, и куда она будет собираться. На основании модели 8минаправленного стока и карты направления стока можно построить карту, которая называется картой аккумуляции стока (рис. 9.5).

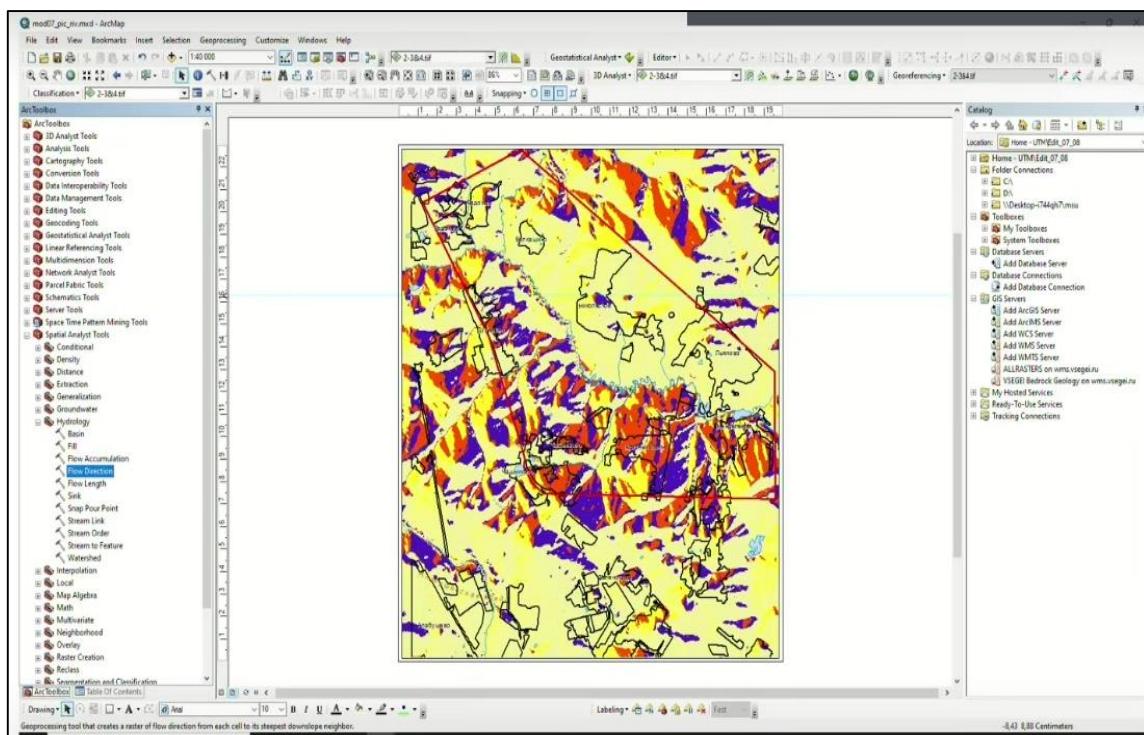


Рис. 9.5. Карта аккумуляции стока

Порядки долин выделяются по модели, когда объединение двух долин дают более высокий порядок долин. После этого растровые данные гидростети переводятся в векторные и получается модель гидросети. На рис. 9.6 показана модель гидросети с горизонталями, которые есть на карте.

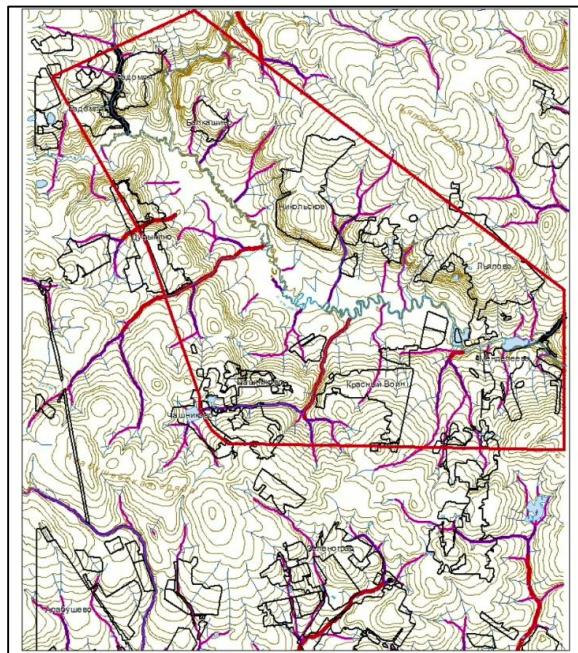


Рис. 9.6. Модель гидросети с горизонталями

На рис. 9.7 для наглядности горизонтали были сняты. Здесь видна сеть водотоков. Голубой цвет – водоток 1 порядка, слияние двух водотоков дают водоток 2го порядка, причленение водотока первого порядка не меняет порядок водотоков. Порядок повышает только два водотока одинакового порядка.

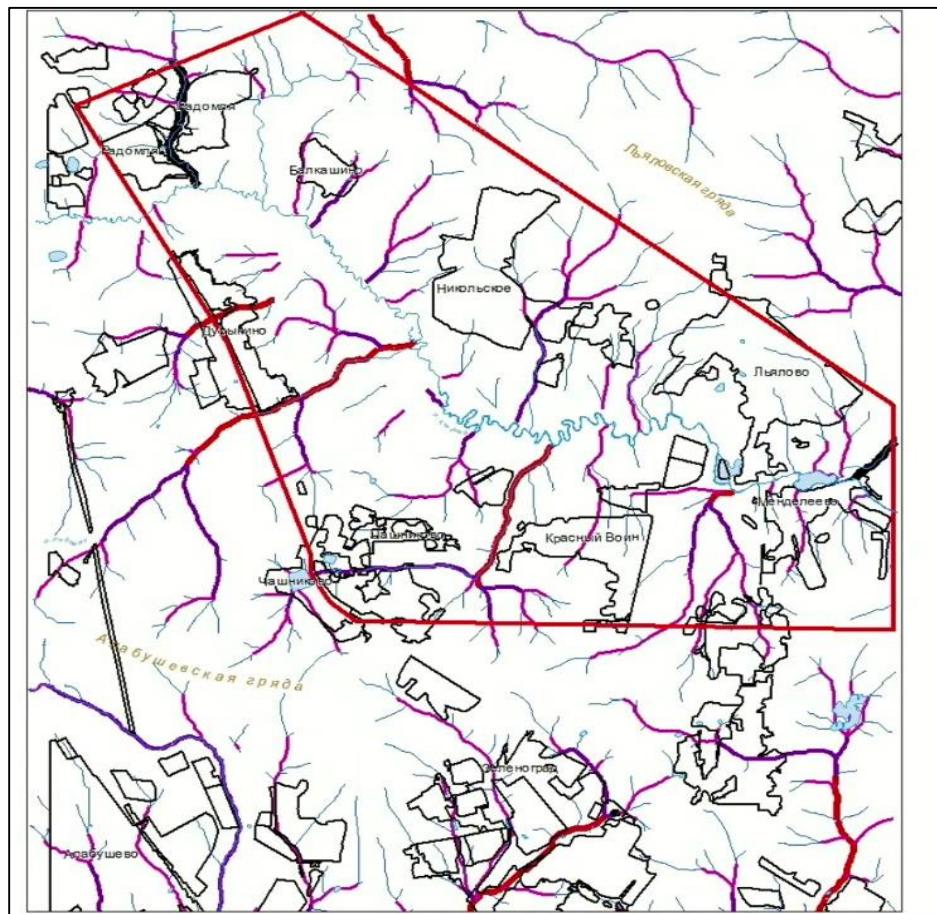


Рис. 9.7. Модель гидросети

При тех параметрах точности, которые у нас есть, мы смогли выделить 5 порядков временных водотоков. Сразу видно, что если водотоки 4 порядка достаточно широко распространены на правом борту, то на левом борту водотоков 4 порядка практически нет. Водоток 5 порядка находится в районе Менделеево и Радомля. 5 порядок присвоен искусственно, так как площадь водосбора выходит за пределы цифровой модели.

Морфометрический метод заключается в том, что рельеф раскладывается на составные части исходя из порядков водотоков, строятся базисные поверхности. У любого водотока есть базис эрозии, каждый водоток стремится выровнять свой профиль равновесия по отношению к этому базису. Существуют локальные базисы эрозии, ими являются каждая точка вдоль водотока. Локальные базисы эрозии очень интересны для выявления молодых локальных тектонических движений. В морфометрическом методе строятся базисные поверхности, которые объединяют точки локальных базисов эрозии

тими же методами, которыми мы строили цифровую модель рельефа. В данном случае за основу берутся высоты каждой точки водотока. По водотокам старших порядков нельзя построить базисную поверхность из-за их малого наличия. Базисные поверхности могут быть построены только для 1, 2 и 3 порядков. Необходимо определить возраст долин. Возраст рельефа не может быть раньше конца среднего неоплейстоцена, так как на этой территории в это время было развито московское оледенение. Пониженные точки рельефа были заполнены отложениями, и долины начали образовываться не ранее среднего неоплейстоцена. Наиболее древними долинами можно считать долины водотоков 4 порядка. Это глубокие овраги с развитыми ручьями (Красный воин, Дурыкинский овраг). Водотоки 3 порядка начали формироваться в верхнем неоплейстоцене. Водотоки 1 и 2 порядка голоценовые. Таким образом, разделив по возрасту порядки, можно построить серию монобазисных поверхностей. Это поверхность, которая проинтерполирована по высотам локальных базисов эрозии водотоков некоторого порядка. На рис. 9.8 представлена монобазисная поверхность, построенная по долинам 3 порядка. Она не отражает высоты древнего рельефа, но в какой-то степени отражает форму этого рельефа. Здесь видно, что река текла на север, так как на юге наблюдается замыкание. Долина отличается от того, как она выглядит сейчас.

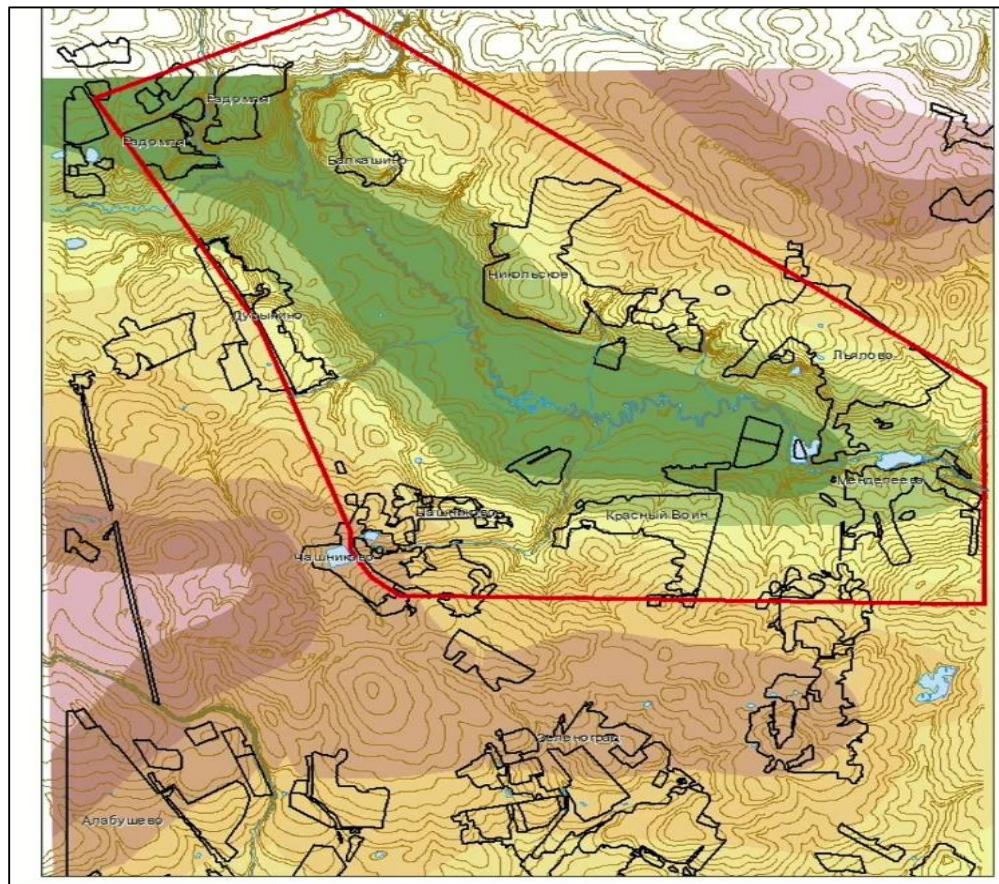


Рис. 9.8. Монобазисная поверхность долин 3 порядка

Если сравним с долиной, существовавшей в дочетвертичное время, увидим, что река текла на СЗ, река в верхнем неоплейстоцене могла течь на север (рис. 9.9).

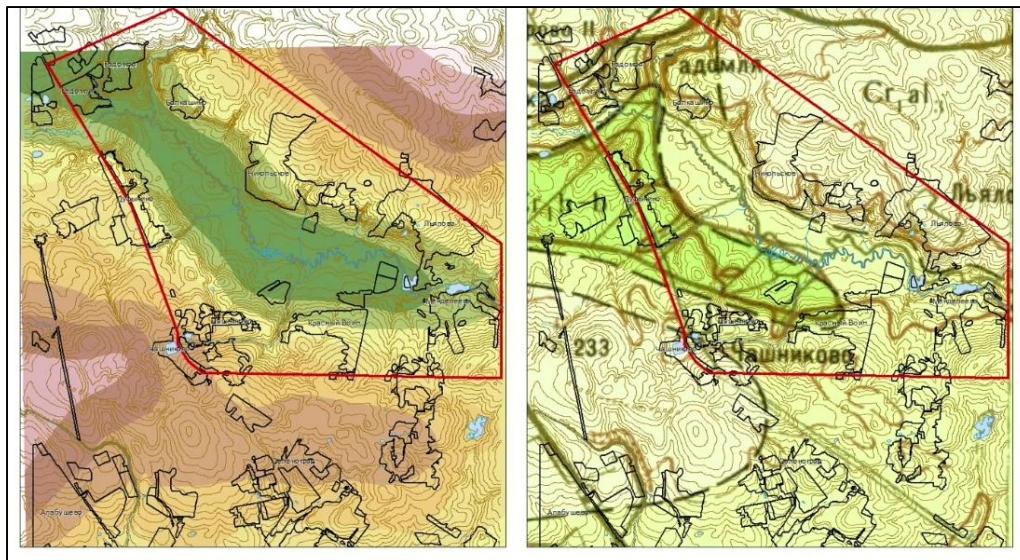


Рис. 9.9. Сравнение монобазисной поверхности 3 порядка с геологической картой

Следующая базисная поверхность построена по водотокам 2 порядка. Характер рельефа кардинально меняется. В южной части течение реки идет на юг, и рельеф начинает приобретать черты, сходные с чертами в настоящее время. На границе верхнего неоплейстоцена и голоцене характер рельефа сильно поменялся.

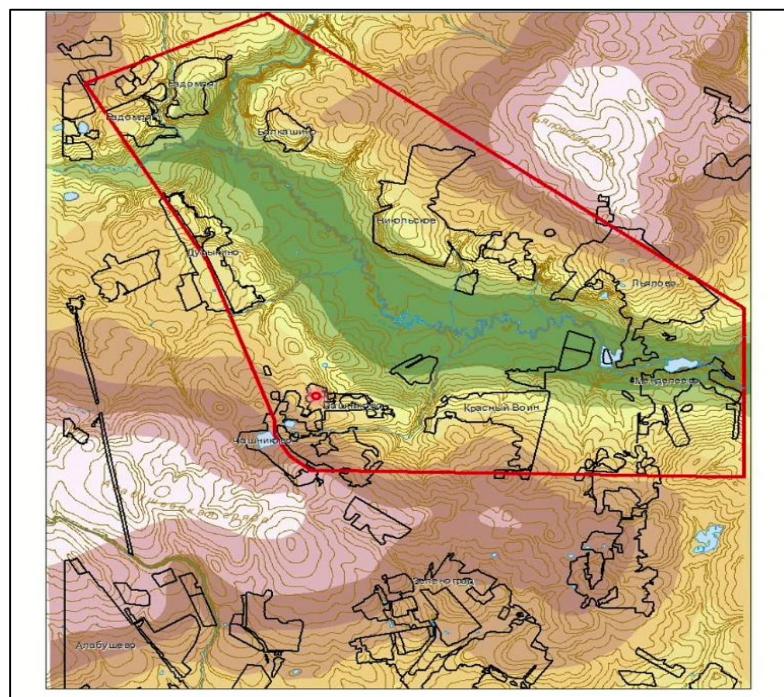


Рис. 9.10. Монобазисная поверхность долин 2 порядка

На рис. 9.11 представлена монобазисная карта долин 1 порядка. Появляется перемычка на юге. Середина голоцена. Началось более интенсивное воздымание.

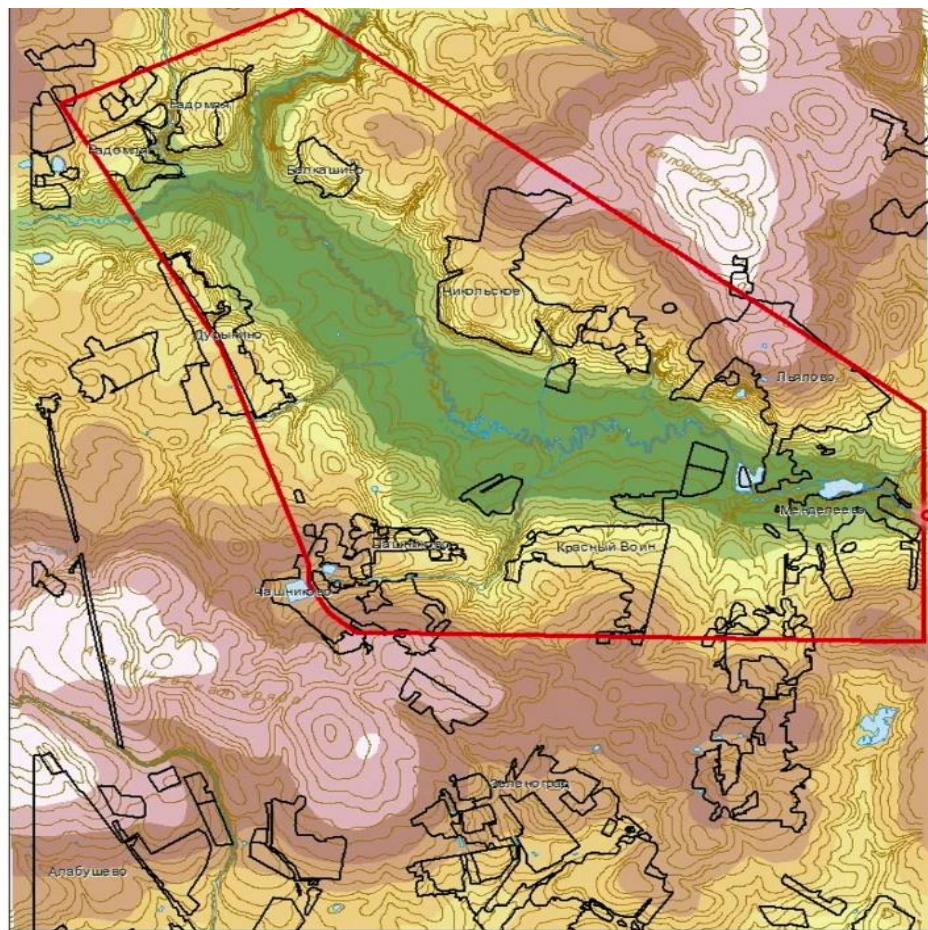


Рис. 9.11. Монобазисная поверхность долин 1 порядка

Достаточно показательными являются карты разницы монобазисных поверхностей 2го и 3 порядков (рис. 9.12). Изменение рельефа, которое произошло на границе голоцена и верхнего неоплейстоцена. На границе верхнего неоплейстоцена и голоцена Льяловская грязда воздымается более сильно, чем Алабушевская грязда. Вся СВ часть воздымается интенсивнее, чем ЮВ. Если смотреть вдоль долины р. Клязьма, наиболее сильно развивается эрозия в северных частях. На границе верхнего неоплейстоцена и голоцена произошло некоторое тектоническое событие, которое вызвало опускание рельефа.

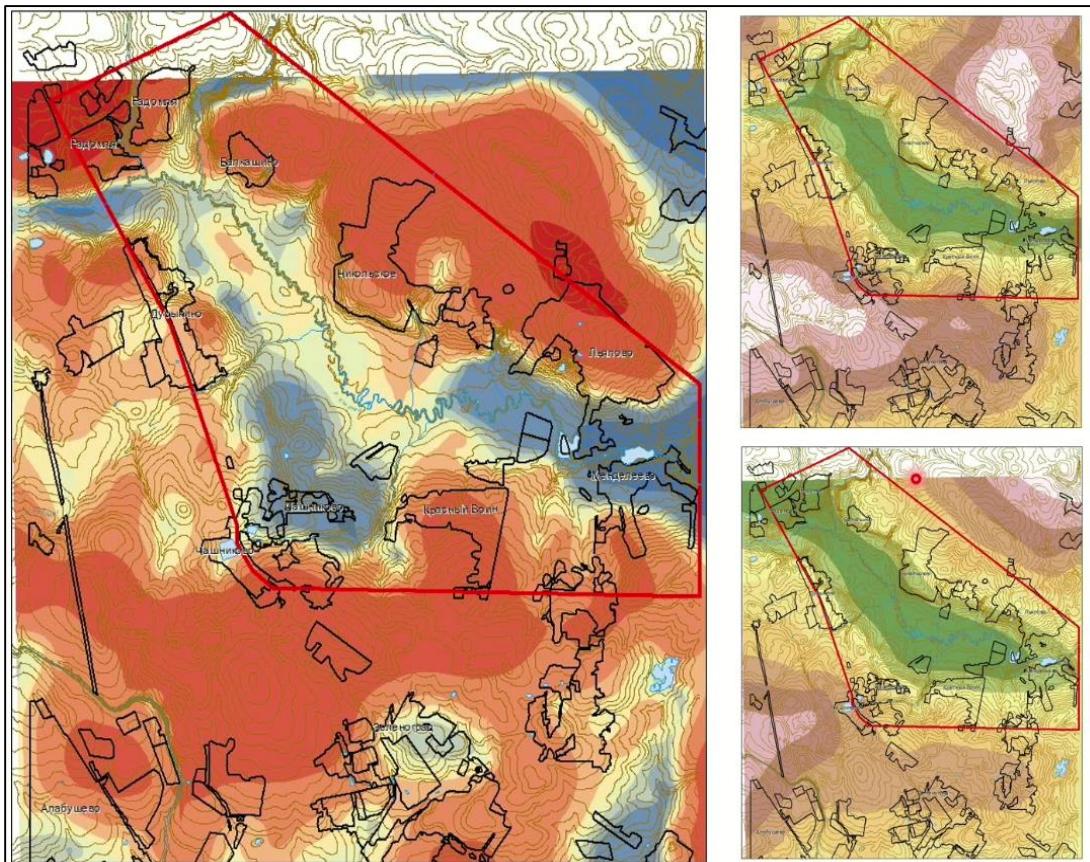


Рис. 9.12. Карта разницы монобазисных поверхностей долин 2 и 3 порядка

На рис. 9.13 представлена трехмерная модель современного рельефа. Антецендентная долина в южном направлении началось позднее, чем в северном замыкании.

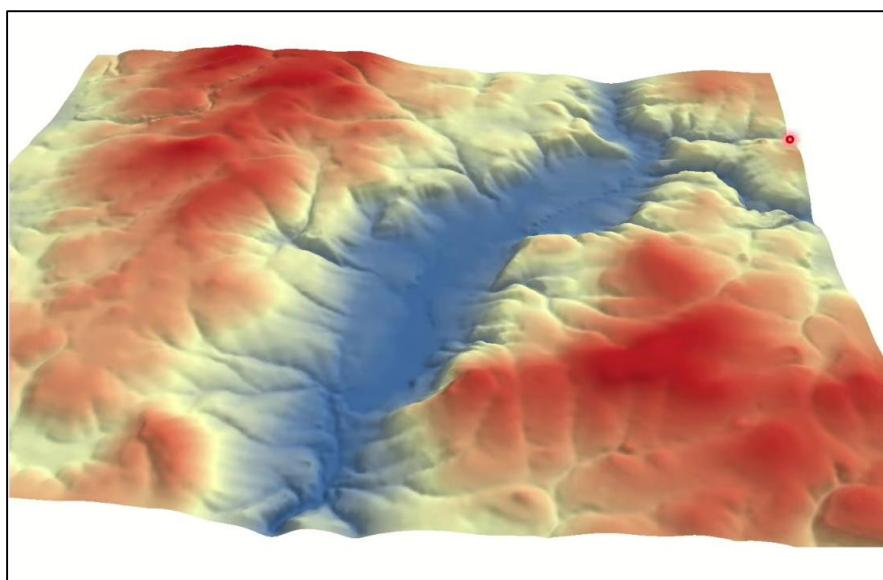


Рис. 9.13. Трехмерная модель современного рельефа

На рис. 9.14 показана разностная поверхность между монобазисными поверхностями 2 и 1 порядка. В южном замыкании в середине голоцена началось интенсивное воздымание, которое не компенсируется эрозией.

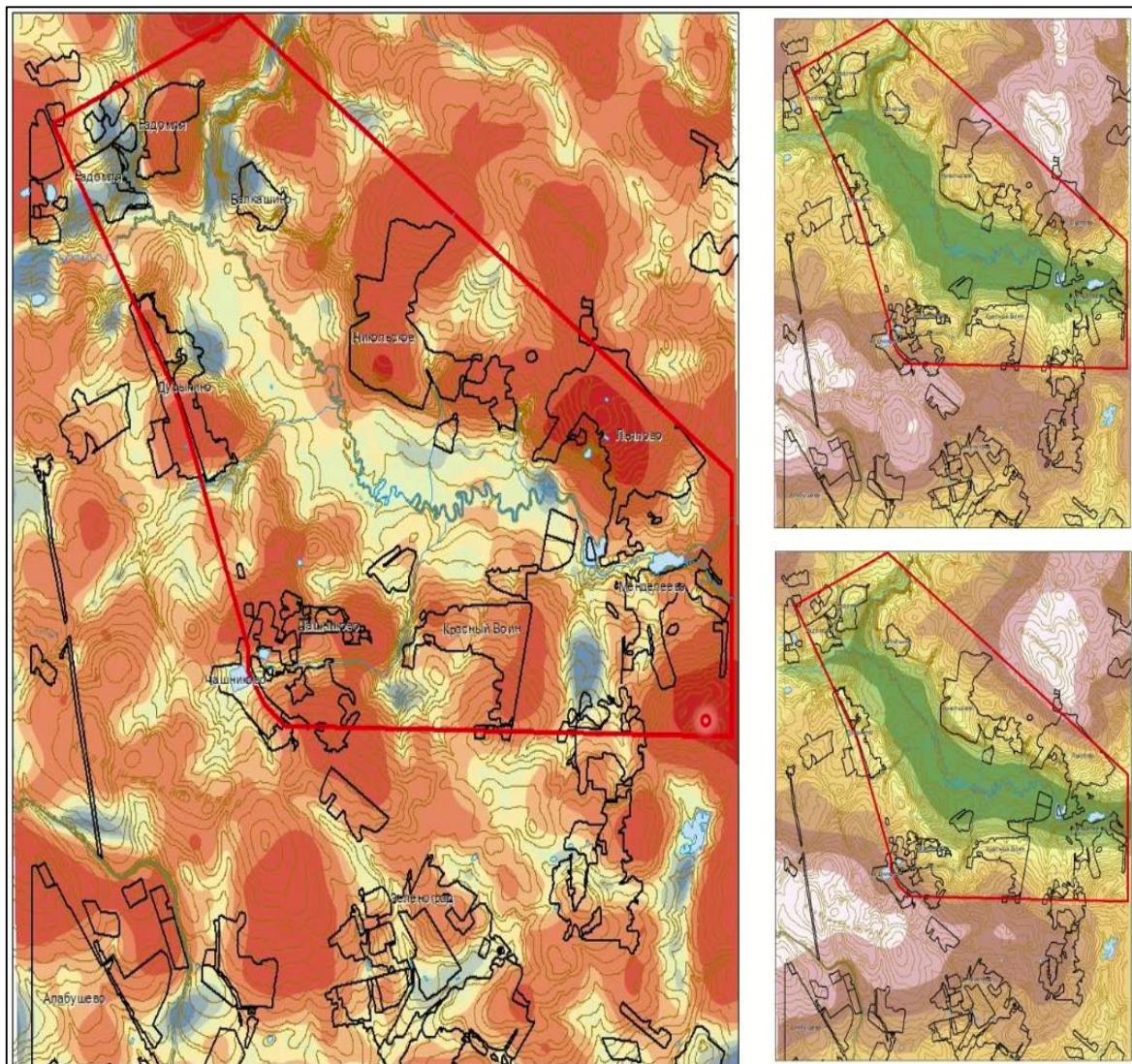


Рис. 9.14. Разностная поверхность между монобазисными поверхностями 2 и 1 порядка

На рис. 9.15 показан остаточный рельеф. Разница между текущим рельефом и последней базисной поверхностью (водотоков 1 порядка). Значительной разницы нет, все выравнивается. Немного большее первышение в северном и южном замыкании.

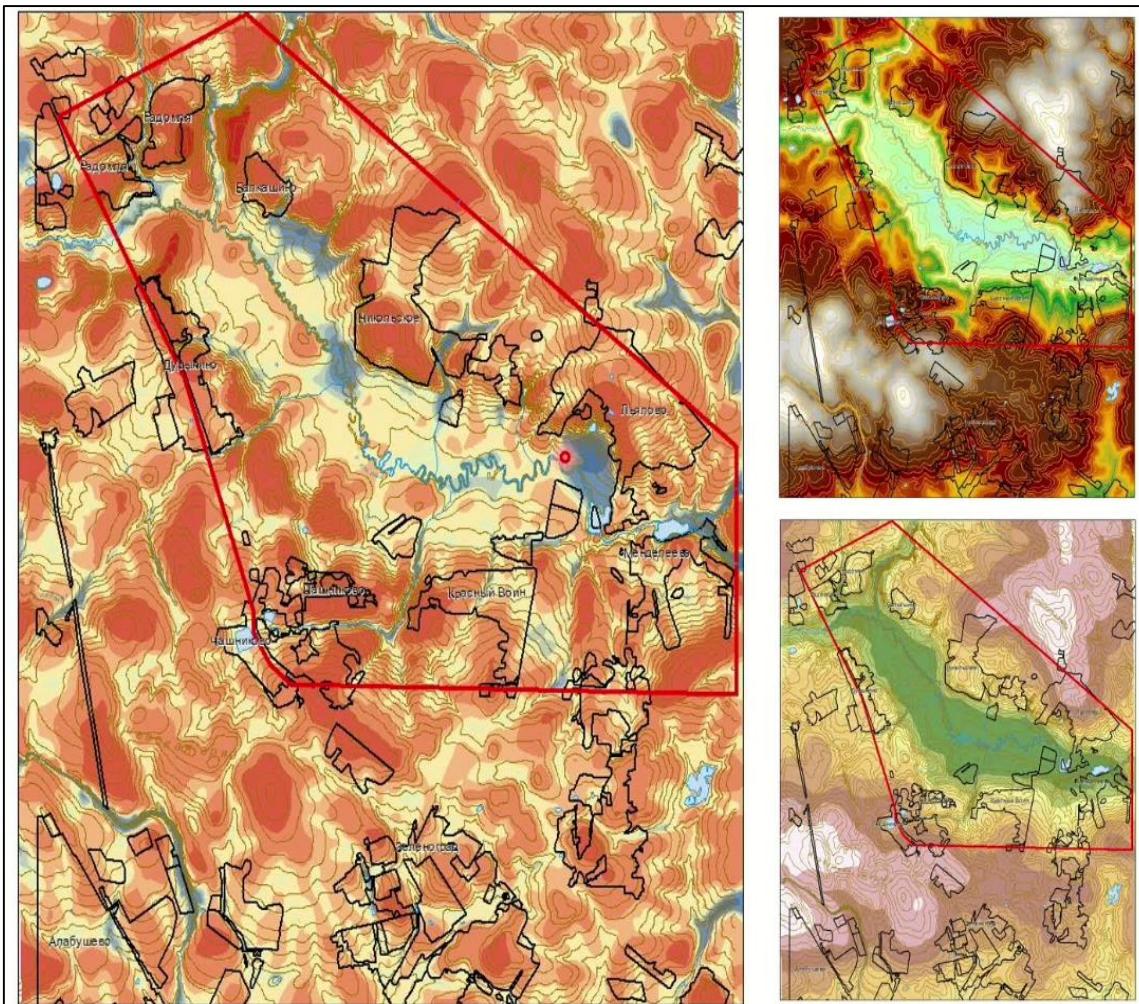


Рис. 9.15. Остаточный рельеф

Построив набор структурных морфометрических карт, мы получили дополнительную информацию по развитию рельефа и то, как на него могли повлиять новейшие тектонические движения. Утверждать, что построенная модель точна без дополнительных работ нельзя.

Лекция 9

Построение карты современных процессов

9.1. Построение карты современных процессов

На карте современных процессов отображается как физико-геологические процессы, такие как площадная эрозия (плоскостной смыв), речная и овражная эрозия, оползневые процессы, овражная и речная аккумуляция и др., так и различные антропогенные процессы.

Важность такой карты для почвоведов заключается в том, что современные процессы оказывают достаточно сильное влияние на формирование и сохранность почв. В ходе практики студенты строят карту либо вручную, либо используя ГИС технологии с помощью компьютера. Основой для построения данной карты является топографическая карта (рис. 9.1).

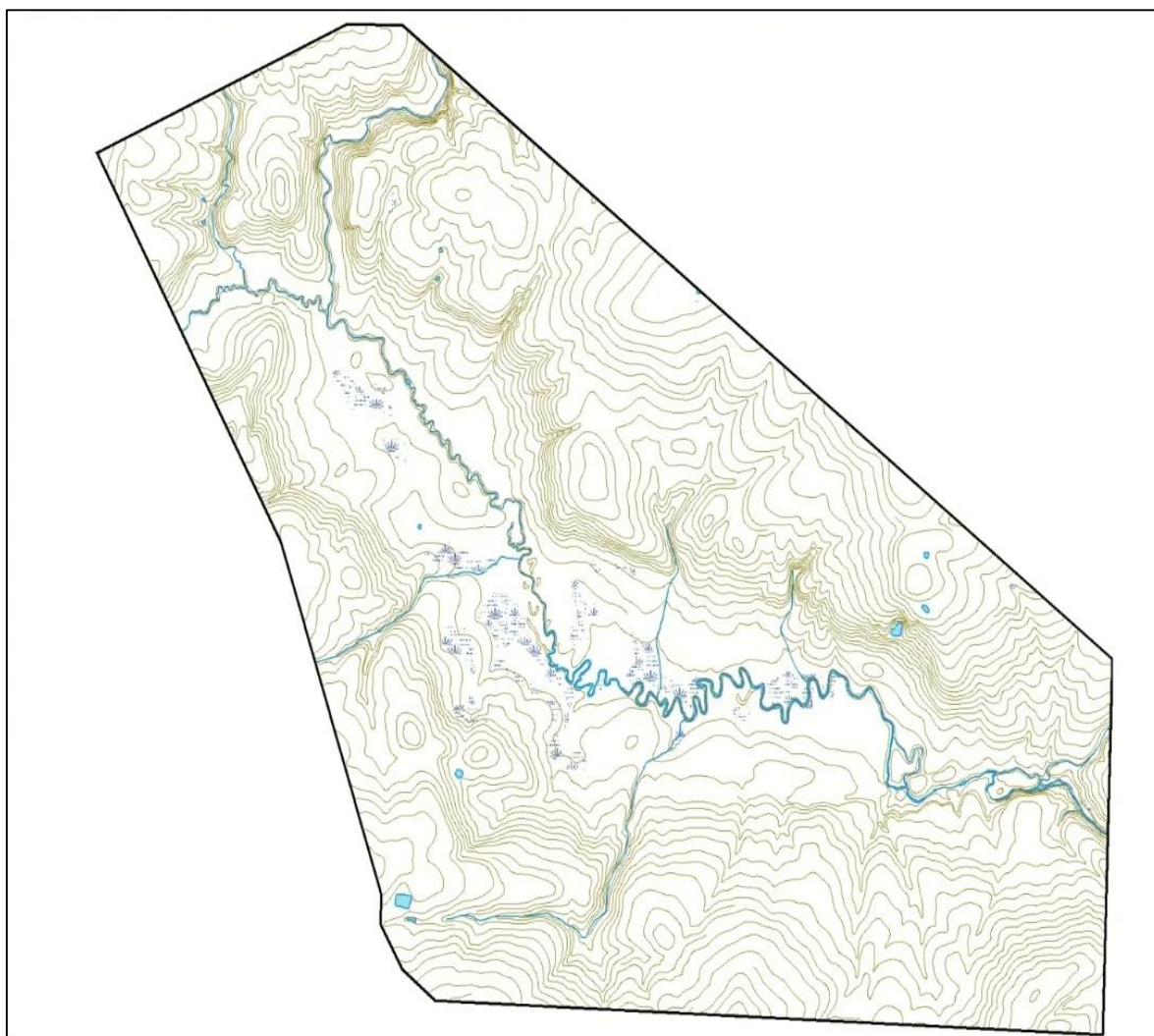


Рис. 9.1. Топографическая карта района практики

9.2. Построение карты крутизны склона

Карта современных процессов строится на основе полевых наблюдений. При обработке можно проанализировать данные о площадном смыве, овражной и речной эрозии. Если карта строится вручную, необходимо определить крутизну склонов, так как площадная эрозия является функцией крутизны склонов. Вручную это делается на основании шкалы заложений, на рис. 9.2 показано, что есть расстояния на шкале заложений, и расстояние между горизонталями указывает на угол. Прикладывая шкалу заложений и измеряя расстояние между горизонталями, можно построить карту крутизны склонов.

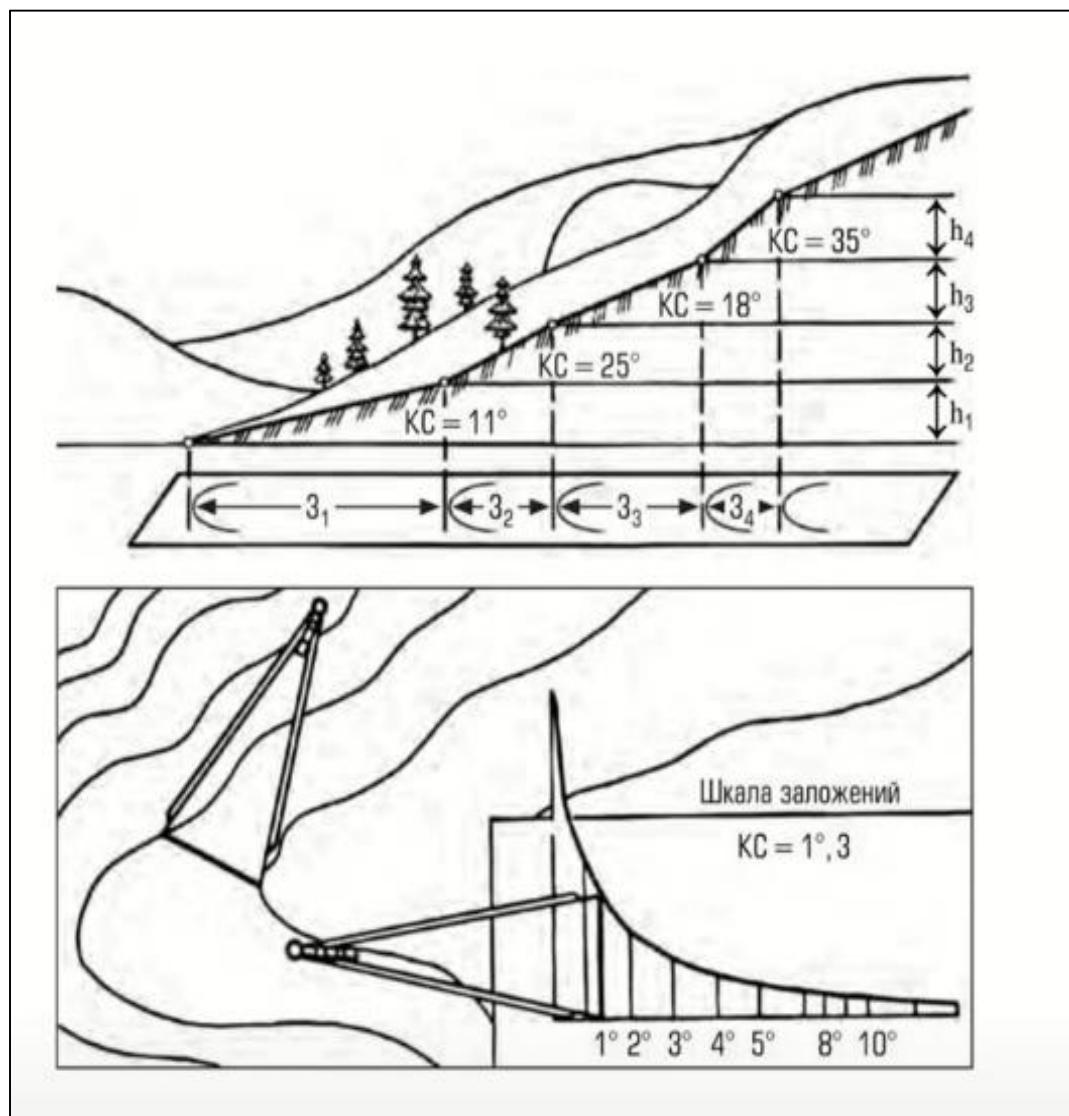


Рис. 9.2. Шкала заложений

На рис. 9.3 представлена карта крутизны склонов. Градация углов представлена на рис 9.3. При крутизне склонов меньше 1° интенсивность плоскостного смыва очень слабая, от $1-3^\circ$ - слабая, от $3-6^\circ$ – средняя, от $6-12^\circ$ – сильная, больше 12° – очень сильная.

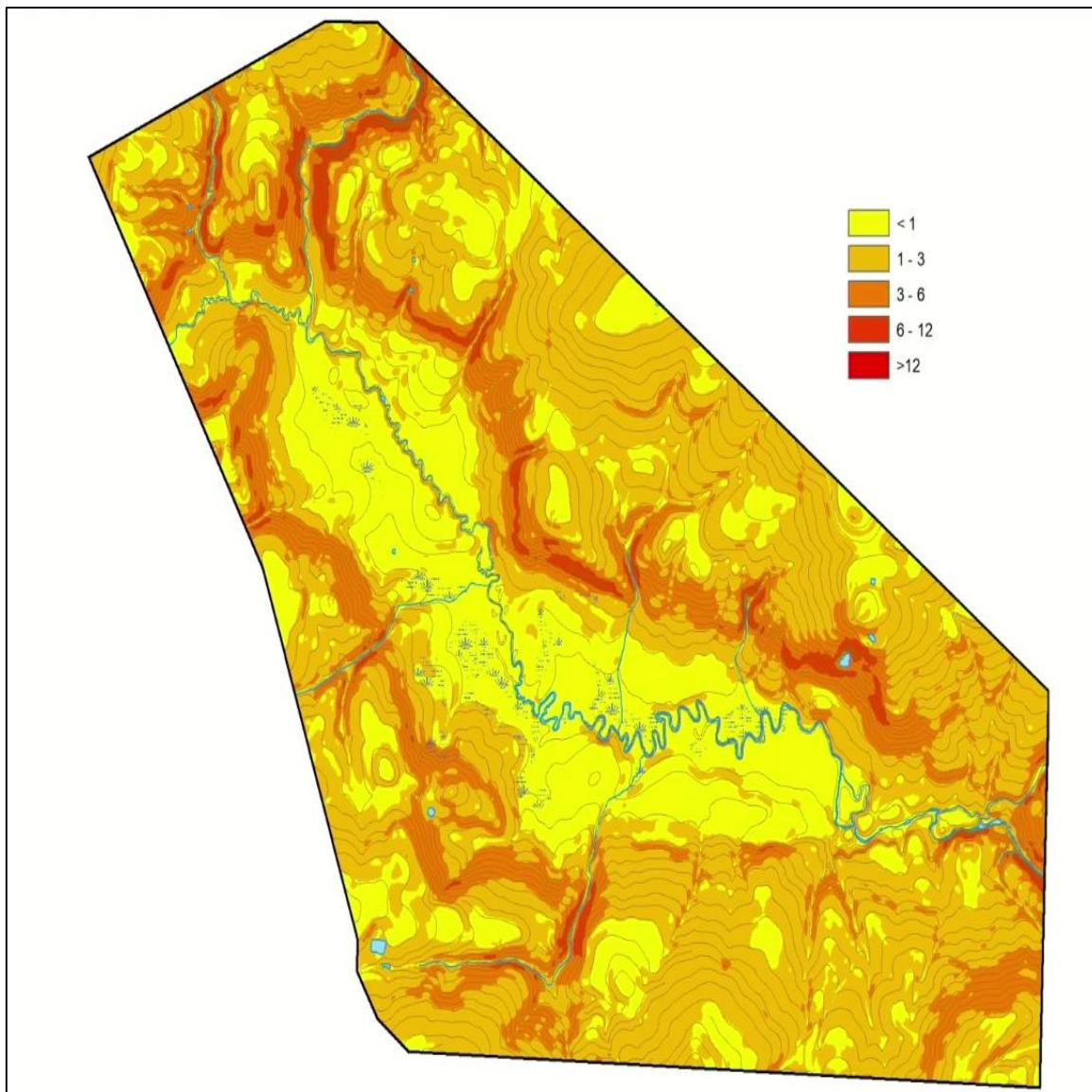


Рис. 9.3. Карта крутизны склонов

9.3. Карта интенсивности овражной эрозии

Далее необходимо определить линейную эрозию: эрозию временных и постоянных водотоков. Для определения эрозионной деятельности временных водотоков, необходимо построить их тальвеги (рис. 9.4). Они строятся на этапе построения геоморфологической карты. Для карты современных процессов их необходимо построить еще раз. Вся информация, нанесенная на карту современных процессов, должна совпадать с геоморфологической картой.

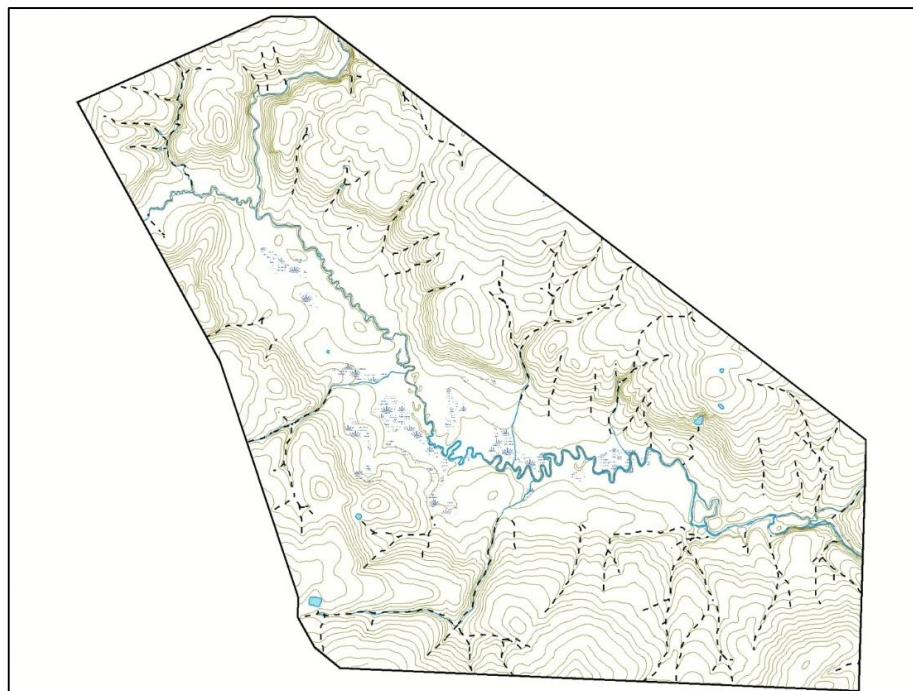


Рис. 9.4. Карта эрозионной деятельности временных водотоков

Далее, когда были определены тальвеги оврагов, можно определить интенсивность эрозии. Если борта оврагов пологие, эрозия слабая, но если овраг V-образный, то эрозия сильная. Проанализировав овраги, можно построить карту интенсивности овражной эрозии (рис. 9.5). Там, где более сильная эрозия линии более толстые.

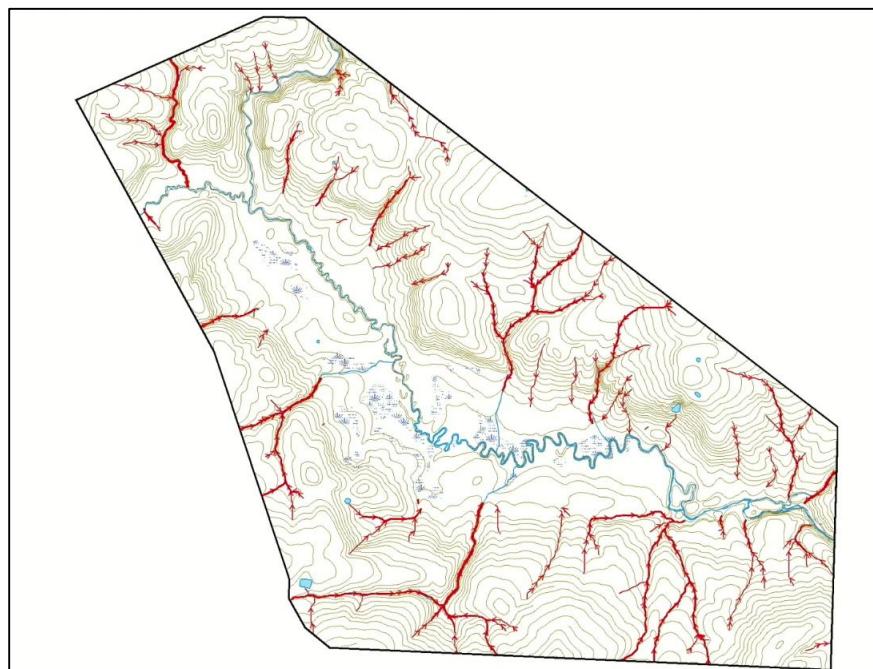


Рис. 9.5. Карта интенсивности овражной эрозии

9.4. Построение карты речной эрозии

Вдоль Чашниковской впадины с СЗ на ЮВ форма реки меняется. Где-то река достаточно сильно меандрирует, где-то река достаточно спрямленная и борты круты. Там, где река меандрирует, преобладает боковая эрозия, а там, где долина V-образная, прямолинейная - преобладает донная эрозия. Для того чтобы построить карту боковой эрозии, необходимо проанализировать течение реки. Там, где в меандрах подмывается берег, там преобладает боковая эрозия (сиреневый цвет) (рис. 9.6).

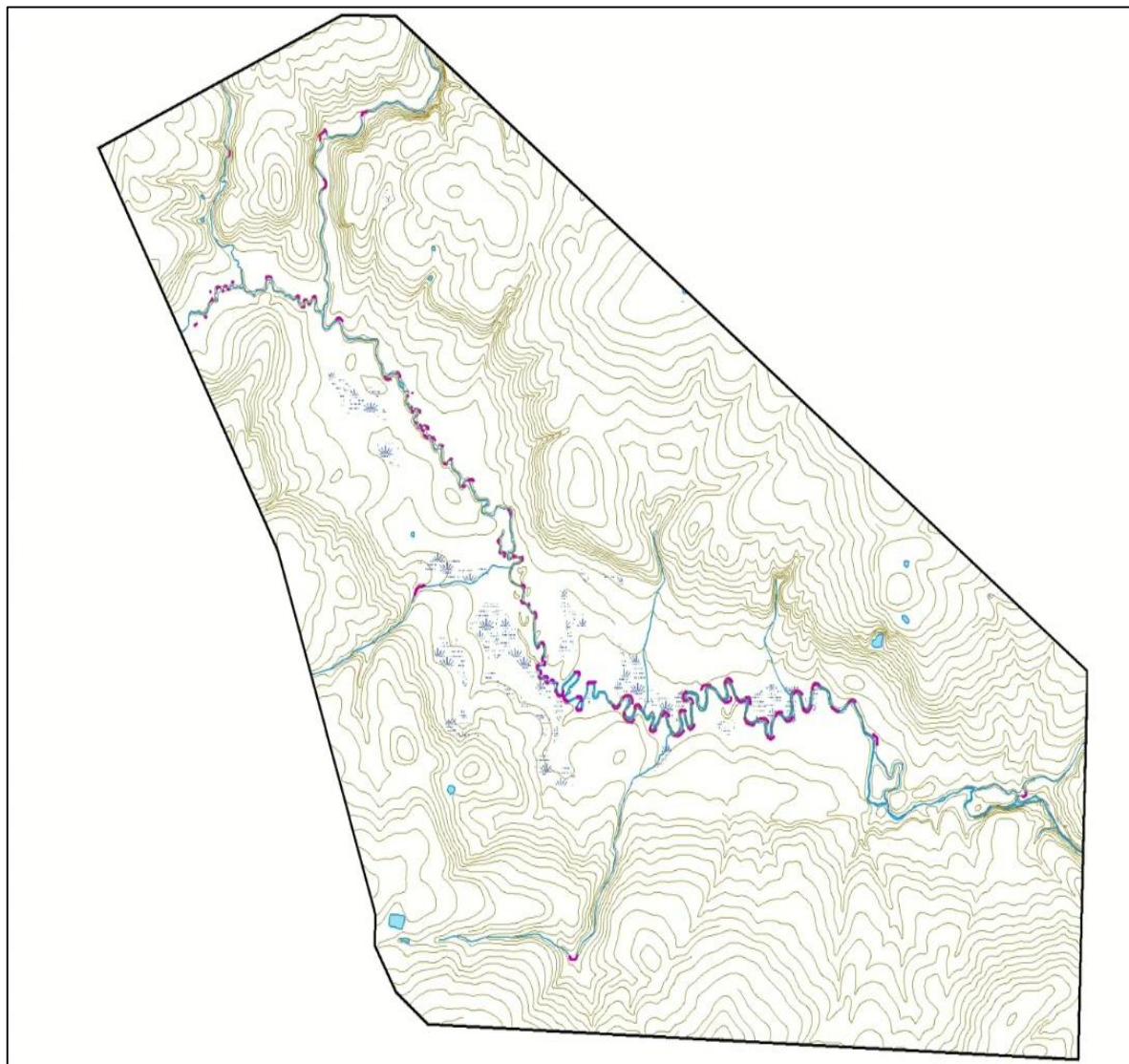


Рис. 9.6. Карта боковой речной эрозии

Таким же образом можно отметить области, где интенсивно развивается донная эрозия – северная и южные части Чашниковской впадины (рис. 9.7).

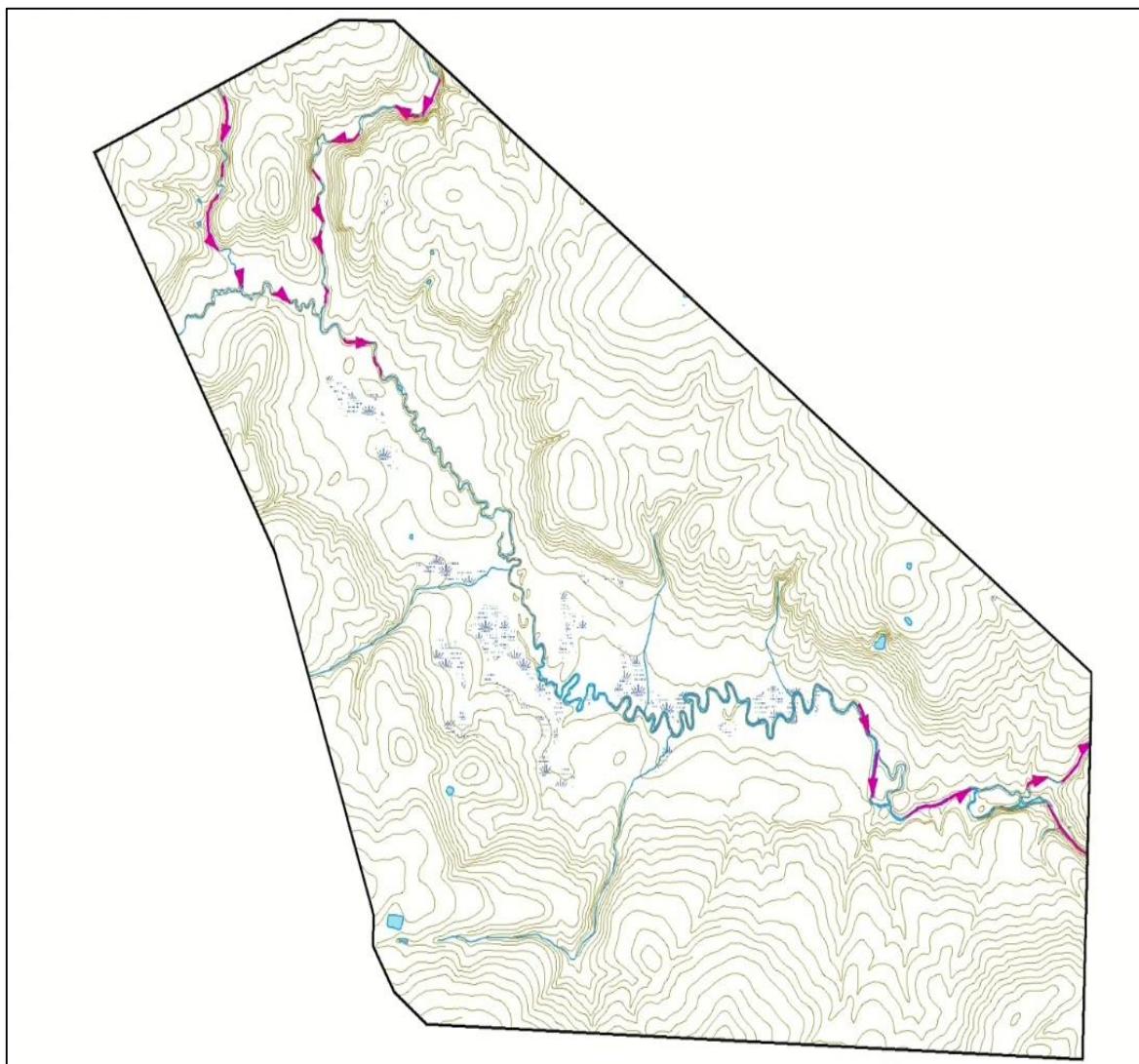


Рис. 9.7. Карта донной речной эрозии

9.5. Выделение областей аккумуляции

Далее необходимо выделить области речной и овражной аккумуляции. Овражная аккумуляция происходит в конусах выноса. На карте современных процессов должны быть отражены конусы выноса, они должны быть изображены также, как и на геоморфологической карте (желтая штриховка) рис. 9.8. Область речной аккумуляции – пойма. Более интенсивная аккумуляция происходит там, где происходит периодическое затопление в низкой пойме. Низкая пойма обозначена более темным синим цветом. В области высокой поймы происходит эпизодическое затопление. Эта область обозначена голубым цветом.

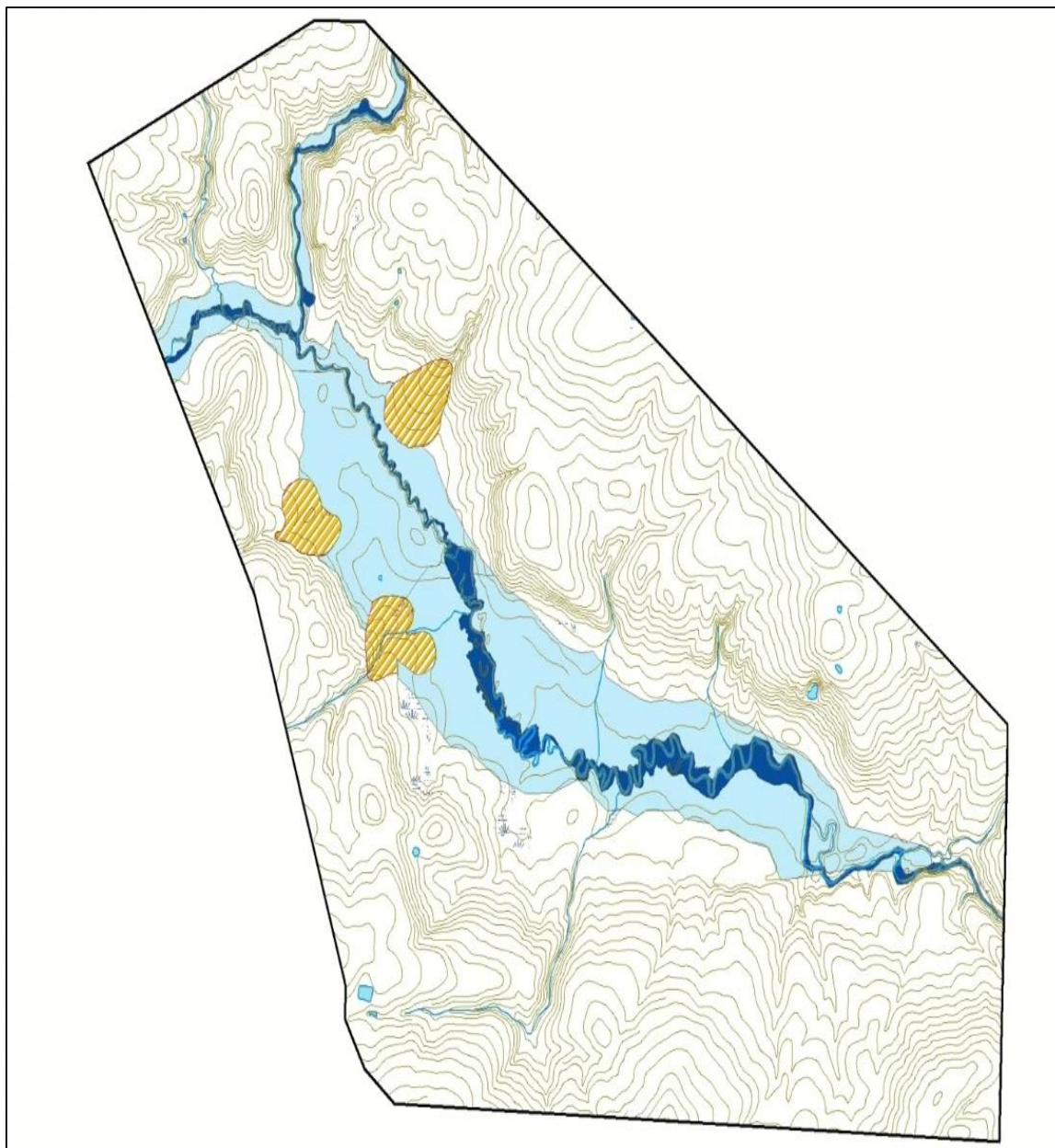


Рис. 9.8. Карта областей аккумуляции

9.6. Сведение ранее построенных карт в одну карту

Сводя все предыдущие карты, мы можем получить сводную карту современных процессов, представленную на рис. 9.9. Кроме этого, на карту наносятся антропогенные процессы, которые наблюдались в полевых исследованиях. На рис. 9.9 нанесены дороги, насыпи, полевые дороги, оползни и т.д. Получается карта без учета влияния растительности.

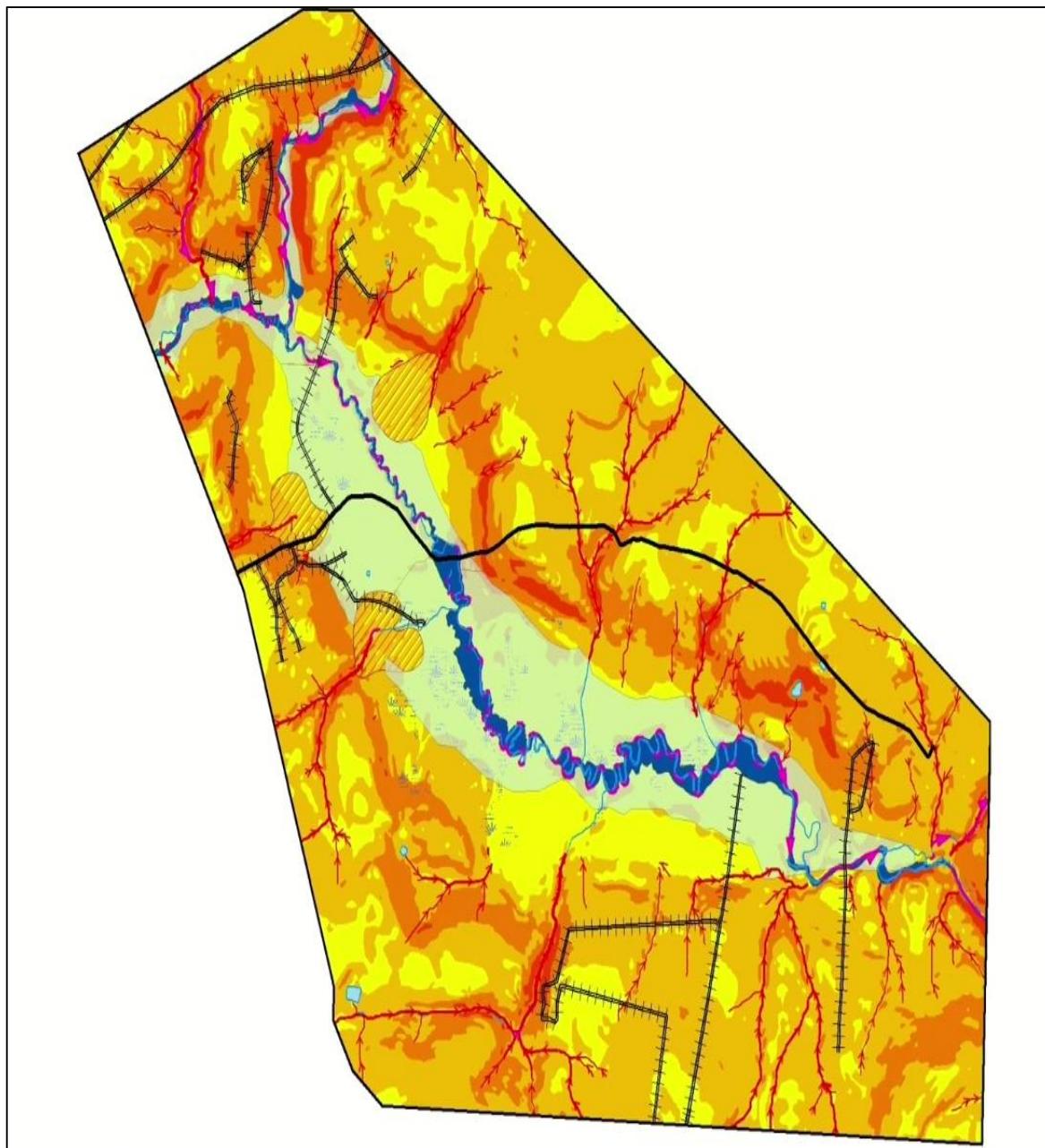


Рис. 9.9. Карта современных процессов без учета влияния растительности

Для обозначения растительности области перерисовываются с топографической карты. На рис. 9.10 леса обозначены елочками, поселки штриховкой, луга обозначены травой. Таким образом, вручную можно простроить карту современных процессов, которая будет отражать воздействие на почвенный покров природных и антропогенных факторов.

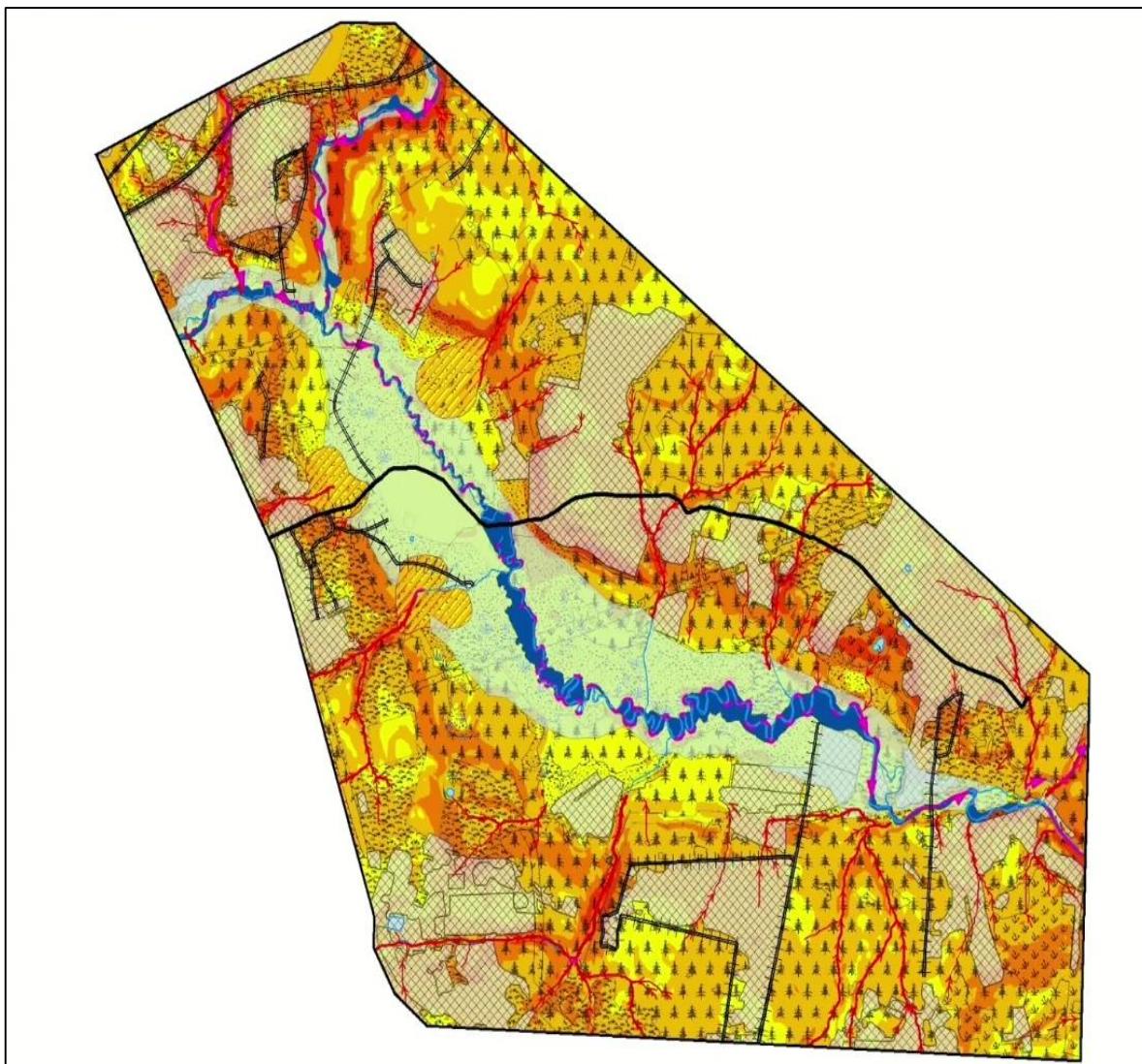


Рис. 9.10. Карта современных процессов с учетом влияния растительности

9.7. Крутизна склона

Крутизна склонов – это хотя и чрезвычайно значительный, но только один из факторов, определяющих интенсивность плоскостного смыва. В настоящее время общепринятым является то, что интенсивность склоновой эрозии (I_e) зависит от ряда основных факторов и определяется совокупной функцией гидрометеорологического (G), геоморфологического (H), почвенного (P), растительного (R) и антропогенного факторов, т.е.

$$I_e = f(G, H, P, R, A)$$

Гидрометеорологический фактор – количество осадков. В средней полосе в основном склоновая эрозия развивается в период паводков, либо в период интенсивных дождей. Рассчитывается интенсивность воздействия гидрометеорологического фактора исходя из среднегодового количества осадков. Геоморфологический фактор был

рассмотрен – это крутизна склона и форма оврагов. Почвенный фактор – показатель эродируемости почв. Эти показатели обычно вычисляются экспериментальным путем. Вручную учесть эти факторы очень сложно. Проще сделать, используя ГИС- технологии. Для этого необходима формула для внесения коэффициентов и расчета плоскостного смыва.

Для любого элементарного водосбора за меру воздействия стекающих вод (в средней полосе в основном талых) на почвы может быть принята полная ее работа (A) на единице площади (га) при средневзвешенных значениях длины (L) и крутизны (α) линии стока, т.е.

$$A = m \times g \times 0.5 \times L \times \sin\alpha,$$

где g – ускорение силы тяжести.

Данная формула позволяет связать гидрометеорологический (m) и геоморфологический (L и α) факторы эрозии избегая применения в расчетах других, сложно учитываемых факторов, но, при этом хорошо учитывая основную физическую сущность процесса.

Почвенный фактор определяется показателем эродируемости почв (Q), определяемого как отношение количества смытой почвы к полной работе сточной воды.

Интенсивность эрозии может быть определена как произведение показателей эродируемости почв на работу талых вод с введением ряда экспериментально установленных коэффициентов (K), учитывающих такие дополнительные параметры, таких как форма продольного профиля склона, его экспозиция, растительность, влажность и глубину промерзания почв, агротехнику и т.д.

Формула, определяющая интенсивность склоновой эрозии будет выглядеть следующим образом:

$$I_e = Q \times A = Q \times m \times g \times 0.5 \times L \times \sin\alpha \times K$$

9.8. Цифровая модель рельефа

Рассчитать предыдущую формулу можно используя инструменты ГИС – калькулятор растра. Для того чтобы посчитать интенсивность эрозии, необходимо построить цифровую модель рельефа (рис. 9.11). Её рассчитываем в ГИС программах, опираясь на имеющуюся топооснову, т.е. интерполируем цифровую модель рельефа из имеющихся горизонталей на топографической карте. Для этого необходима цифровая модель топографической карты.

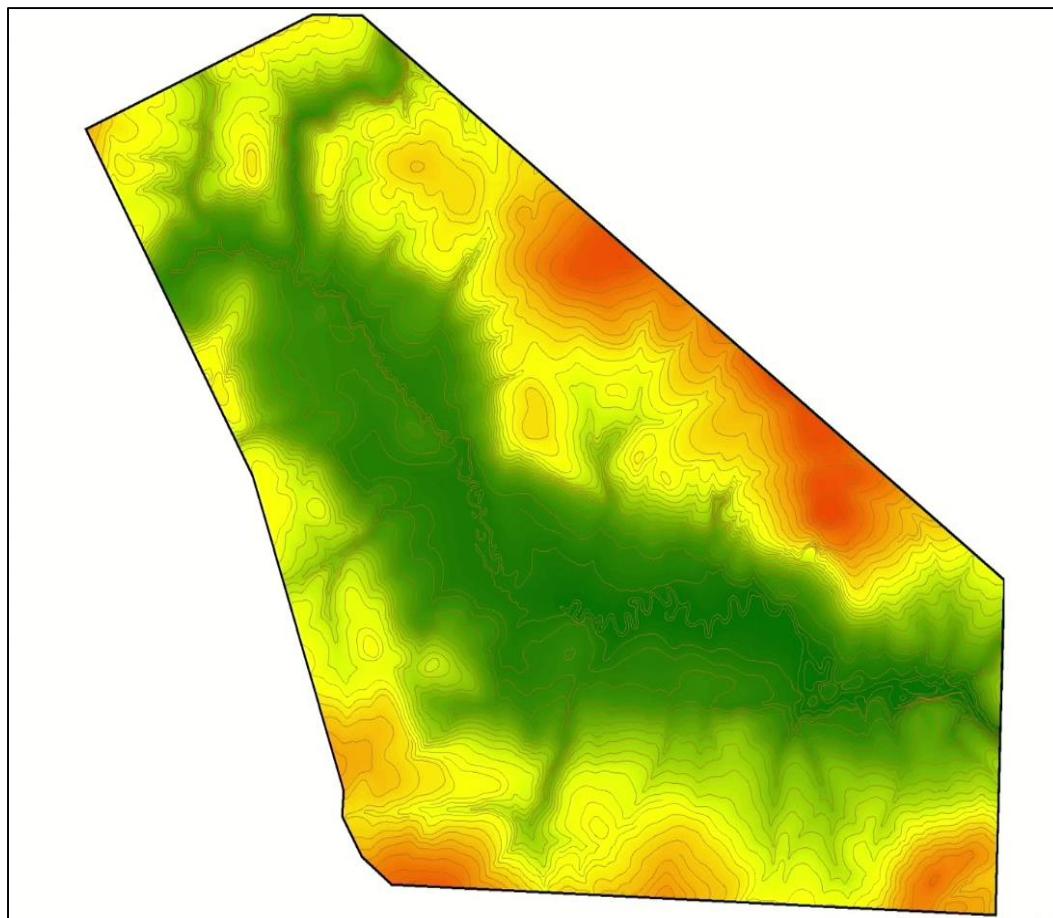


Рис. 9.11. Цифровая модель рельефа

9.9. Карта интенсивности плоскостного смыва

Результат расчета по формуле представлен на рис. 9.12. Рассчитывалась интенсивность плоскостного смыва в тоннах на гектар. Карта рассчитана для зяби – площади, распаханной под зиму (сама незащищенная почва). Не вся площадь представляет собой зябь, есть поселки, леса, луга и т.д. Для получения более реальной карты необходимо учитывать эти факторы. Для расчета данной карты брались следующие коэффициенты.

Для получения модели интенсивности плоскостного смыва:

- показатель эродируемости почв (Q) принимали за 0,1, наиболее характерный для дерново-подзолистых почв
- значение комплексного коэффициента K был принят за 1,07
- гидрометеорологический показатель (m) был рассчитан исходя из среднегодовых значений количества осадков в районе практики, в среднем составляющих 637 мм/год
- крутизна склона была рассчитана по цифровой модели рельефа, построенной на основе топографической карты

- Длина элементарных ячеек (L) была рассчитана по той же цифровой модели

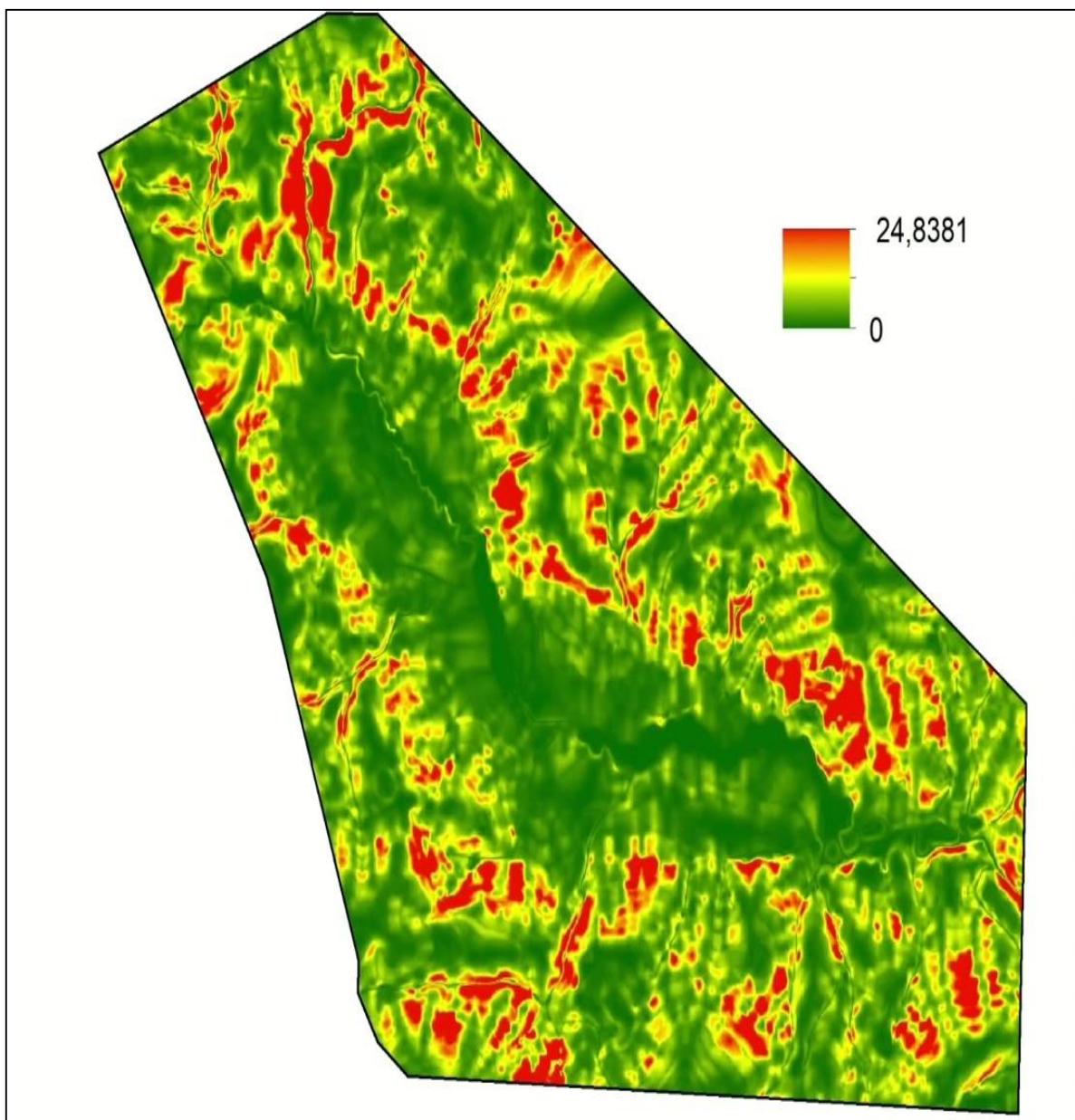


Рис. 9.12. Карта интенсивности плоскостного смыва

9.10. Преимущества построения карты с помощью ГИС-технологий

Полученная карта достаточно сильно отличается от той, в которой была рассчитана только крутизна склона. Преимущества построения карты с помощью ГИС-технологий – дешифрирование космоснимков, которые достаточно точно привязаны к топооснове (рис. 9.13).



Рис. 9.13. Космоснимки, привязанные к топооснове

Дешифрирование космоснимков позволяет учитывать при расчете параметров плоскостного смыва растительный (R) и антропогенный (A) факторы.

На основании среднемноголетних относительных показателей эффективности растительности можно принять следующие коэффициенты:

- для зяби данный показатель равен 1
- для стерни 0,63
- для луговины 0,1
- для целинных залежей 0,15
- для леса 0,01

Карта коэффициентов (рис. 9.14). Красным указаны почвы без растительности или антропогенные просеки. Темно-зеленые области – леса или поселки, разные градиенты зеленых лесов – места, где отдешифрированы либо луга, либо стерни.

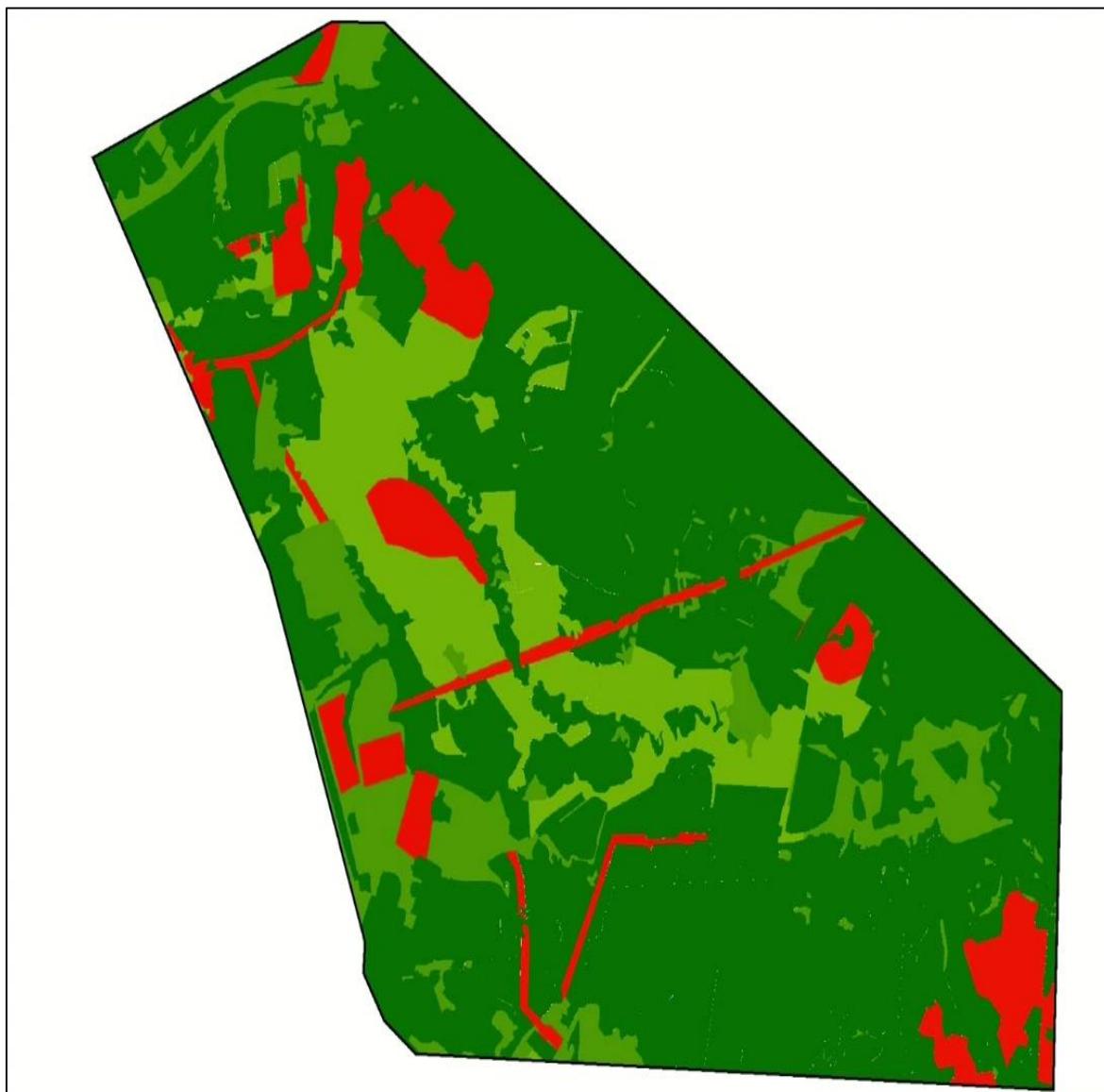


Рис. 9.14. Карта коэффициентов

Перемножив карту для интенсивности на основе формулы на карту коэффициентов, получается следующая карта (рис. 9.15).

9.11. Карта современных процессов

Карта современных процессов, построенная с помощью ГИС-технологий представлена на рис. 9.15. Карта отличается от построенной вручную в основном плоскостным смысом, антропогенное воздействие учтено более точно (рис. 9.15).



Рис. 9.15. Карта современных процессов



ГЕОЛОГИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ
МГУ ИМЕНИ
М.В. ЛОМОНОСОВА

teach-in
ЛЕКЦИИ УЧЕНЫХ МГУ