



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА**
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агробιοтехнологии
Кафедра почвоведения, геологии и ландшафтоведения

Арешин А.В., Почикалов А.В., Ефимов О.Е.

**ПОСОБИЕ К ПРАТИЧЕСКИМ ЗАНЯТИЯМ ПО КУРСАМ
«ГЕОМОРФОЛОГИЯ» И «ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЕ»**

Для студентов, обучающихся по направлениям:

05.03.06 – «Экология и природопользование»,

21.03.02 – «Землеустройство и кадастры» и

35.03.03– «Агрохимия и агропочвоведение».

Москва 2022

СОДЕРЖАНИЕ

1. ВВЕДЕНИЕ.....	3
2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ ЛАНДШАФТА В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ МОДЕЛЬНОГО УЧАСТКА	5
3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ (по Арешин А.В., Почикалов А.В.).....	5
4. ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ	19
5. СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОСХЕМЫ ЭКСПОЗИЦИЙ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ.....	20
6. ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ И ТЕПЛА НА ЭЛЕМЕНТАХ РЕЛЬЕФА..	21
7. СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОСХЕМЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ	25
8. ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ	26
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	32
Интернет-ресурсы.....	32

Методические указания разработаны в соответствии с рабочими программами дисциплин «Геоморфология» и «Ландшафтоведение» по направлениям 05.03.04 – «Гидрометеорология», 05.03.06 – «Экология и природопользование», 21.03.02 – «Землеустройство и кадастры» и 35.03.03 – «Агрохимия и агропочвоведение». В методических указаниях представлена базовая часть курса, позволяющая унифицировать материал для различных направлений подготовки.

Методические указания для практических занятий по курсам «Геоморфология» и «Ландшафтоведение» рассмотрены на учёном совете института «Агробιοтехнологий» протокол № 07/01 от 17 января 2022 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

Одним из ключевых этапов изучения ландшафтов, ландшафтного планирования и проектирования агроландшафтов и проведения оценки (агроэкологической, экологической, стоимостной и т.п.) земель выступают составление и анализ ряда картографических материалов по мере выполнения определенного цикла заданий. В него входят: составление подробной геоморфологической карты исследуемого участка с последующим построением карты-схемы экспозиций склоновых земель и картосхем распределения суммы активных температур и осадков на элементах рельефа, а также картосхемы элементарных геохимических ландшафтов. На основании анализа выполненных расчетно-графических работ (РГР) и ряда литературных и картографических материалов студентам предлагается дать комплексное заключение о состоянии и степени пригодности исследуемого участка для осуществления определенного сценария землепользования. Предлагаемый цикл практических работ может выступать в качестве методического аналога проведения ландшафтного синтеза территории. Он включает в себя комплексную оценку компонентов ландшафта на основе анализа, систематизации и моделирования реферативных и общедоступных научных данных с последующей оценкой территории методами системного анализа.

Для выполнения этих операций в качестве исходного материала студенту выдается учебная топографическая основа, область и название города, а также временной промежуток в годах (для анализа и расчета климатических параметров). Кроме того, по усмотрению преподавателя, может выдаваться список из 3 – 5 сельскохозяйственных культур в рамках проведения модельной оценки пригодности участка для агротехнических мероприятий и составления экспертного заключения с рекомендациями по оптимизации территории.

Графические построения (составление карт и условных обозначений к ним) рекомендуется выполнять на бумажных носителях или с помощью графических редакторов (*AutoCAD, MapInfo, Corel Draw, Adobe Illustrator, Surfer, Paint NET* и т.п.). Метеоданные, необходимые для выполнения данной работы, берут с сайта www.rp5.ru или иного электронного ресурса, предоставляющего актуальные срочные данные метеонаблюдений (с *обязательным* указанием порядкового номера метеостанции), где также можно проводить ряд предварительных вычислений и расчетов с привлечением ресурсов сайта. Вычисления и статистическую обработку (*проводится по указанию преподавателя*) полученных результатов рекомендуется проводить с помощью **МО Excel** и пакета **SPSS V.20.0**.

Общее название выполняемого ряда РГР может выглядеть как «**Оценка степени пригодности для хозяйственной деятельности модельного участка на территории (указать область) с учетом его основных ландшафтных особенностей**». В состав работы входят следующие положения:

- 1) Характеристика литогенной основы территории (указать область) области составляется на основе описаний карт четвертичных и дочетвертичных образований (данные о геологическом строении рекомендуется использовать, в частности, с привлечением электронных ресурсов интернет портала GeoKniga (www.geokniga.org) и/или сайта Всероссийского Научно-исследовательского Геологического института им. А.П. Карпинского (www.vsegei.ru)).
- 2) Характеристика почвенного покрова территории (указать область) области на основе данных Единого государственного реестра почвенных ресурсов России (<http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/intro.html>).
- 3) Геоморфологическая характеристика и описание территории модельного участка на основании данных топографической основы масштаба 1:10000 или 1:25000 (предоставляется преподавателем).
- 4) Составление картосхемы экспозиций склоновых земель на территории модельного участка, на основании выданной ранее топографической основы.
- 5) Расчет величины суммы активных температур и показателя коэффициента увлажнения на основании актуальных метеоданных, в частности представленных на сайте www.rp5.ru, и их корректировка в зависимости от элемента рельефа (проводятся на основании составленных ранее геоморфологического описания и описание картосхемы экспозиций склоновых земель).
- 6) Составление картосхемы распределения суммы активных температур и величины коэффициента увлажнения на элементах рельефа модельного участка.
- 7) Характеристика территории модельного участка с точки зрения тепло- и влагообеспеченности.
- 8) Составление картосхемы элементарных геохимических ландшафтов, на основании выданной ранее топографической основы.
- 9) Характеристика геохимических особенностей территории модельного участка, на основании составленной ранее картосхемы элементарных геохимических ландшафтов.

- 10) Составление итогового заключения о пригодности территории модельного участка для ведения хозяйственной деятельности на основании полученных ранее данных.

Все виды учебных работ должны быть выполнены и защищены в сроки, предусмотренные текущим календарно-тематическим планом дисциплины по преподаваемому направлению и направленности подготовки. Защита проводится в устной форме, посредством устной беседы по теоретическим и практическим аспектам выполняемой работы. Ниже приведены алгоритмы выполнения каждого из этапов работы.

2. ХАРАКТЕРИСТИКА ЛИТОГЕННОЙ ОСНОВЫ ЛАНДШАФТА В ПРЕДЕЛАХ ТЕРРИТОРИИ МОДЕЛЬНОГО УЧАСТКА

Литогенная основа ландшафта представляет собой совокупность коренных и почвообразующих горных пород в пределах исследуемой ландшафтной геосистемы. Характеристика литогенной основы территории (указать область) области составляется на основе описаний карт четвертичных и дочетвертичных образований (данные о геологическом строении рекомендуется использовать, в частности, с привлечением электронных ресурсов интернет портала GeoKniga (www.geokniga.org) и/или сайта Всероссийского Научно-исследовательского Геологического института им. А.П. Карпинского (www.vsegei.ru). Описание дочетвертичных и четвертичных отложений ведется в строгом порядке: от самых древних к самым молодым, с кратким указанием их вещественного состава. В конце описания приводится краткое заключение о географическом расположении основных комплексов отложений (относительно сторон света; например: «...в южной и западной части исследуемого участка...»).

3. ПОРЯДОК ОФОРМЛЕНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ (по Арешин А.В., Почикалов А.В.)

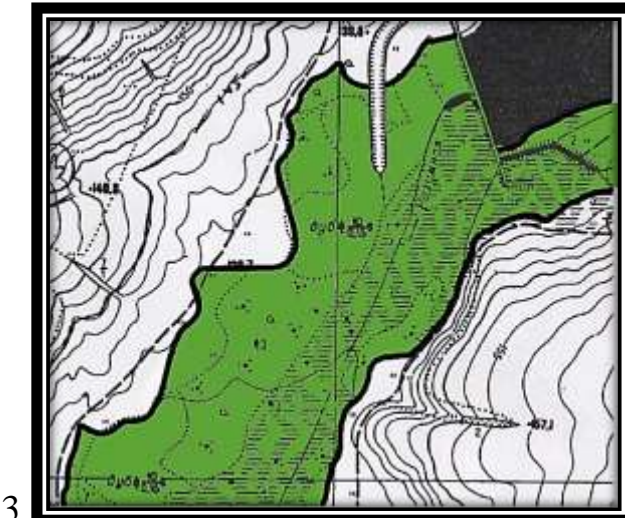
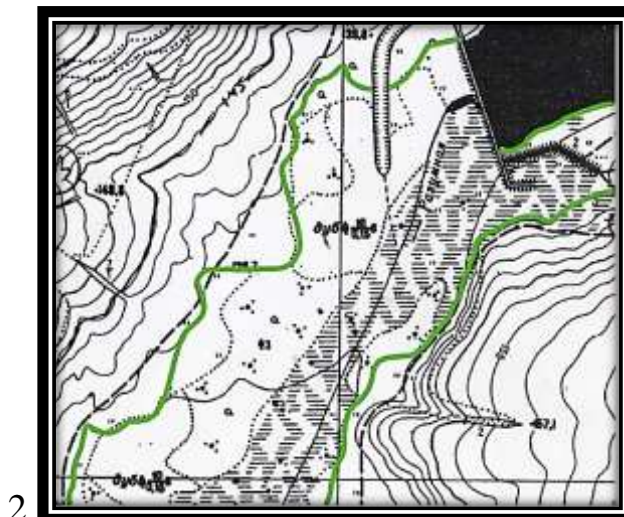
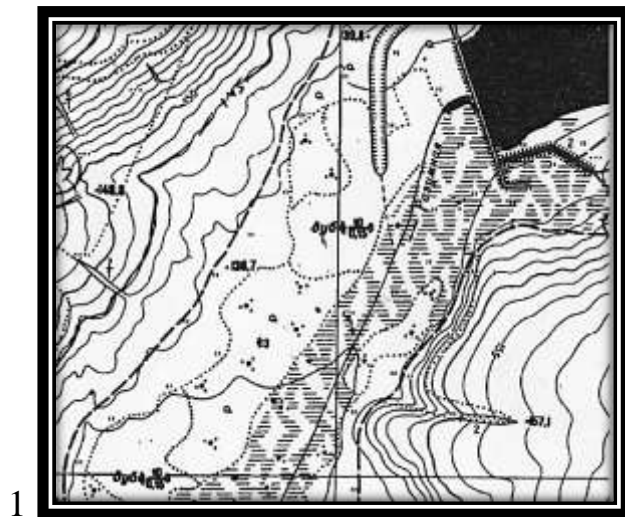
1. *Анализ полученной топографической основы.* Производят визуальную оценку характера рельефа территории, изображенной на карте; оценивают характер его расчлененности.
2. Выделение форм рельефа (по генетическому принципу) цветом и линиями границ форм и элементов рельефа включает следующие этапы:

1.1. Выделение современных и древних форм рельефа **эрозионного происхождения.** Эти структуры «дробят» первоначальный рельеф на

более мелкие части, поэтому, выделив цветом на карте выше названные элементы рельефа, мы упрощаем поставленную задачу.

К формам рельефа, выделяемым на первом этапе, относятся:

1.1.1. **Аккумулятивные формы рельефа речного происхождения (поймы (П), поверхности надпойменных террас (Т₁, Т₂, Т₃)).** Поймы рек и ручьев (как правило, выделяются те участки карты, расположенные до первой горизонтали от русла реки или ручья). Для карт с сечением горизонталей 1 м данный принцип неверен, и для выделения поймы следует проводить более детальный анализ топографической основы с учетом закономерностей образования речных аккумулятивных форм рельефа – поймы (в целом субгоризонтальная, слабовыпуклая в центральной части поверхность, расположенная около русла реки) и надпойменных террас. Последние можно выделить на карте как субгоризонтальные поверхности, непосредственно граничащие с поймой. К данному пункту будут относиться **поверхности старичных понижений (ПС)** (старицы), представляющие собой старые, брошенные русла или участки русла реки. Морфологически это понижения или мезопонижения, расположенные непосредственно в пойме реки или на ее периферии.



Этапы выделения поверхности
поймы реки на топооснове
масштаба 1:10000

- 1 – фрагмент топоосновы;
- 2 – выделение границ поймы реки;
- 3 – заливка контура цветом;
- 4 – фрагмент итогового оформления

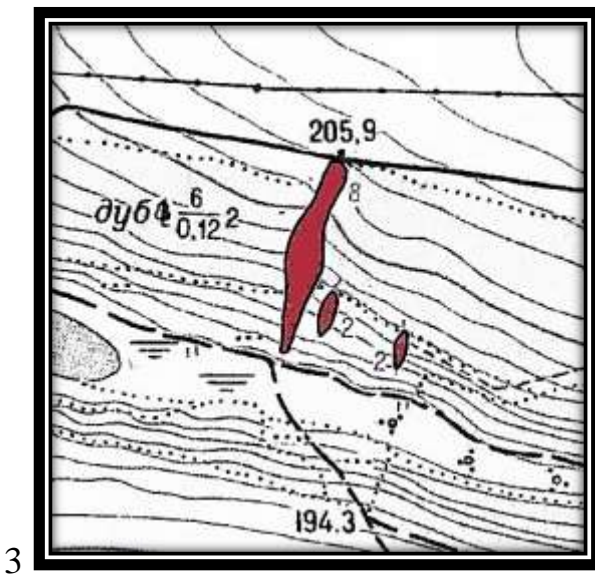
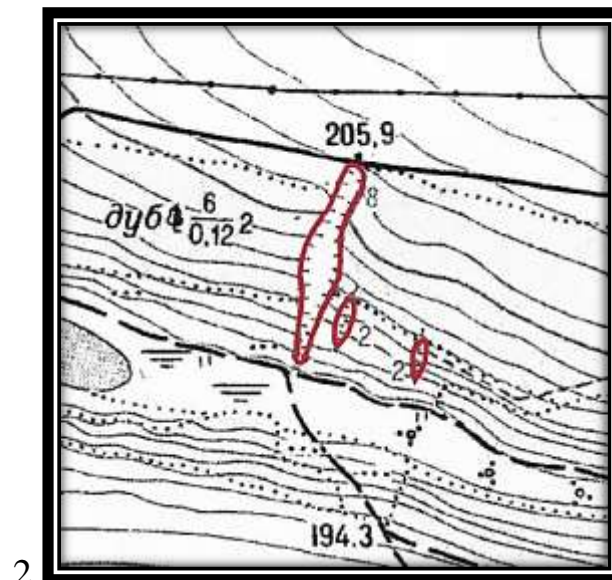
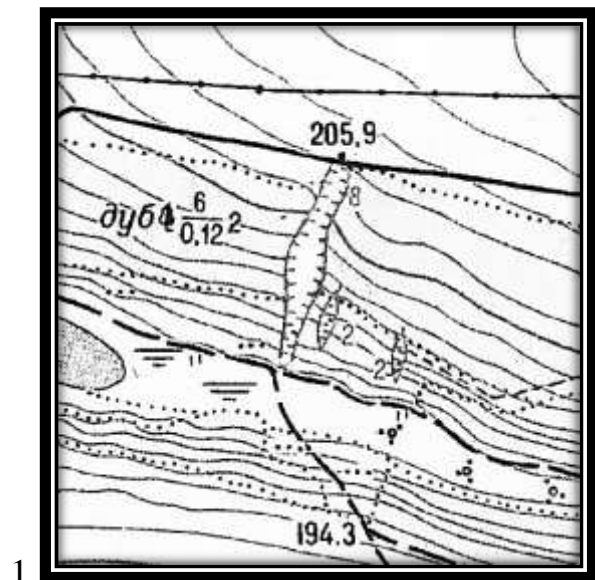
1.1.2. Эрозионные формы рельефа овражного происхождения (наклонные и субгоризонтальные днища балок (ДБ) и старых оврагов (ДО), дно и склоны молодых оврагов (ОМ), склоны и дно лощин, ложбин (ЛС), дно и склоны западин=циркообразных понижений (Ц или Зп)). Представляют собой вытянутые отрицательные формы рельефа различной степени разветвленности. В общем случае, их границы проводятся по перегибам склонов до последнего перегиба горизонтали, где производится расширение границы в целях выделения примерного бассейна водосбора выделяемой формы рельефа (данное замечание относится только к выделению на карте ложбин, лощин и ложбинок) (*принцип отрисовки демонстрируется преподавателем*). При выделении субгоризонтальных поверхностей дна старых оврагов и балок, оконтуриваются такие участки дна, вдоль тальвега, где уклон составляет от 0° до 1°.

Примечание:

Молодой овраг – отрицательная эрозионная форма рельефа, сформированная преимущественно за счет геологической деятельности временного руслового стока, имеющая V-образный поперечный профиль, обрывистые берега, узкое незадернованное дно, относительно линейную форму, малое количество притоков и развивающаяся за счет отступления истока вглубь склона. У молодого оврага НЕ сформированы поперечный и продольный профили равновесия. Он представляет собой динамичную структуру. Длина молодого оврага, как правило, составляет первые сотни метров – первые километры, при ширине до первой сотни метров и глубине десятки метров.

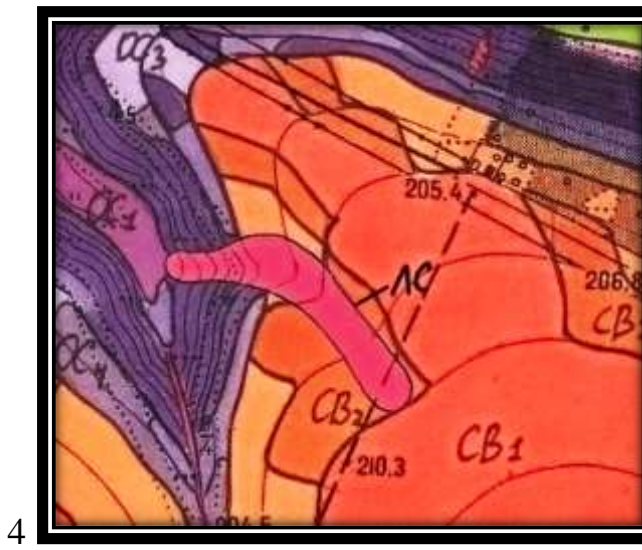
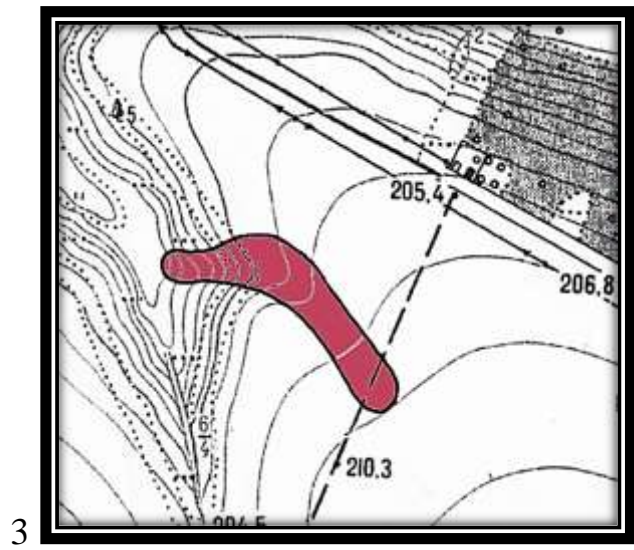
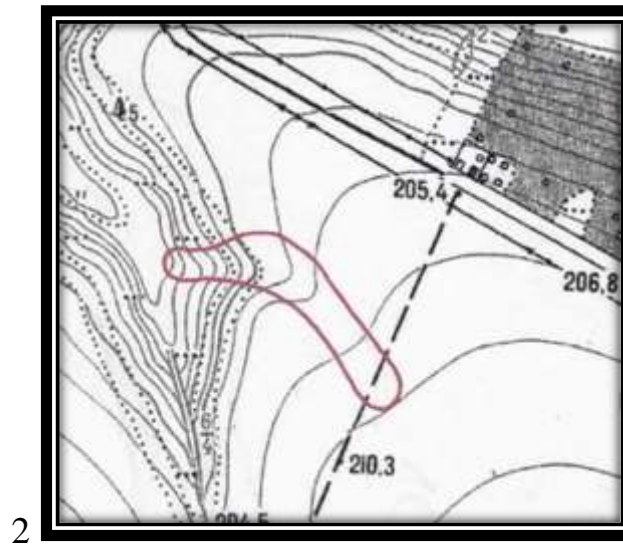
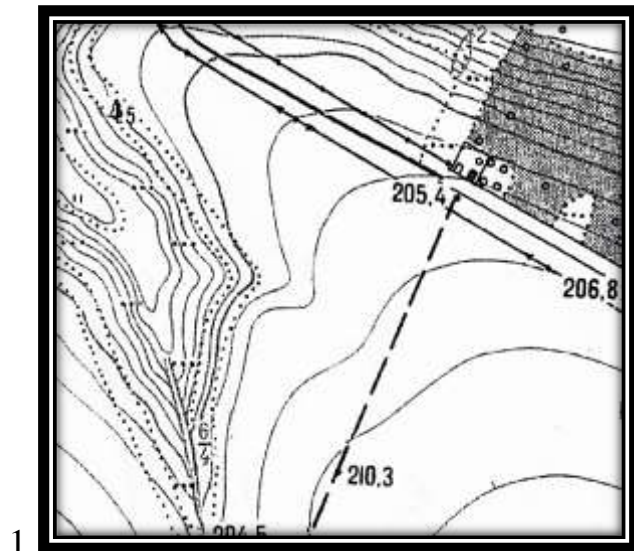
Старый овраг – отрицательная эрозионная форма рельефа, сформированная преимущественно за счет геологической деятельности временного руслового и плоскостного стока (при этом в пределах оврага отсутствуют активные эрозионные процессы, то есть у него выработаны продольный и поперечный профили равновесия), имеющая корытообразный поперечный профиль, задернованные склоны и дно, а также сложное морфологическое строение (могут присутствовать несколько притоков разных порядков). В длину старый овраг может достигать нескольких километров при ширине в первые сотни метров и глубине первые десятки метров.

Балка – отрицательная эрозионная форма рельефа, сформированная преимущественно за счет геологической деятельности временного руслового и плоскостного стока, имеющая сложное морфологическое строение, фактически представляющее собой старый овраг, склоны и дно которого покрыты древесной и кустарниковой растительностью. Для нее часто характерны несимметричные берега: освещенные солнцем, как правило, крутые, теневые – пологие. Балка впадает в долину реки.



Этапы выделения склонов и дна молодых оврагов и промоин на топооснове масштаба 1:10000

- 1 – фрагмент топоосновы;
- 2 – выделение границ склонов и дна молодых оврагов и промоин;
- 3 – заливка контура цветом;
- 4 – фрагмент итогового оформления



Этапы выделения склонов и дна
лощин и ложбин на топооснове
масштаба 1:10000

1 – фрагмент топоосновы;
2 – выделение границ склонов и
дна молодых оврагов и промоин;
3 – заливка контура цветом;
4 – фрагмент итогового
оформления

Холм – небольшое возвышение округлой формы с широким основанием, постепенно сливающимся с равниной. Высота холма 40 – 100 м, иногда до 200 м.

Лощина – ясно выраженное углубление шириной 20 – 30 м и глубиной 8 – 10 м. Берега симметричные, крутые (10 - 20°), не распаиваются. *Ложбина* – слабо выраженное углубление с весьма пологими склонами (до 5°), постепенно переходящими в прилегающие склоны; может распаиваться.

Бугор – характеризуется меньшей высотой (10 – 25 м) и более крутыми склонами.

Грива, гряда, увал – удлиненные возвышения, отличающиеся от холма тем, что их длина в несколько раз превышает ширину.

1.1.3. Аккумулятивные формы рельефа овражного происхождения (конуса выноса оврагов и балок (К)). Представляют собой условно субгоризонтальные, выпуклые в центральной части поверхности, расположенные в устье оврага или балки, в плане имеющие неправильные треугольные очертания.

1.1. Выделение плоских и субгоризонтальных водораздельных форм рельефа.

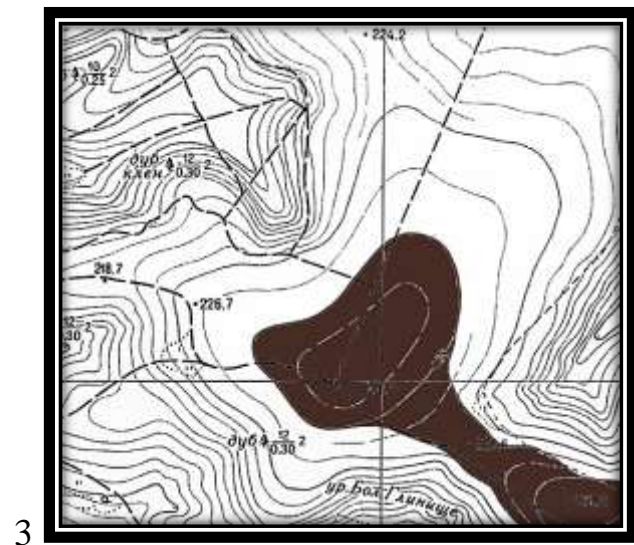
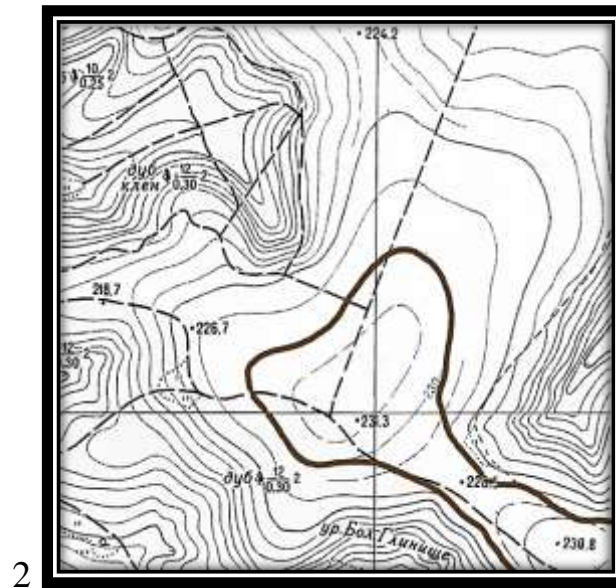
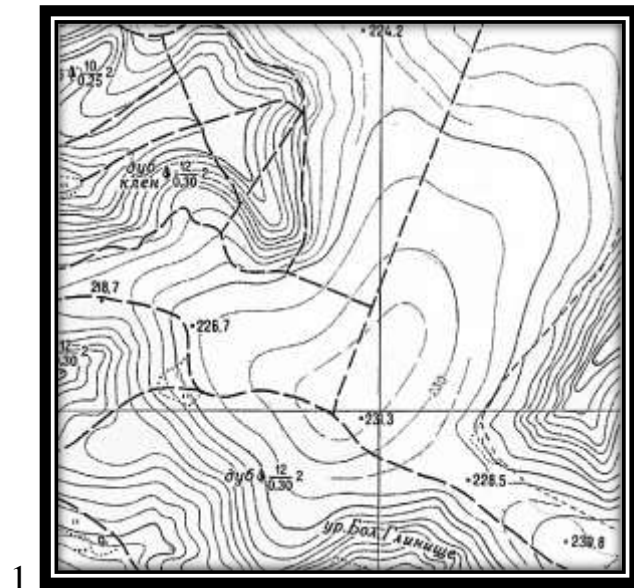
К ним относятся:

1.2.1. *Плоские, субгоризонтальные, выпуклые вершины холмов (В₀).* Данные формы рельефа выделяются для более детального изучения рельефа исследуемого участка и упрощения дальнейшего анализа ландшафтно-геоморфологической карты. Однако отметим, что их следует отмечать лишь в том случае, когда данная поверхность *со всех сторон* окружена склонами и сама при этом имеет достаточно правильную форму и не значительную площадь распространения.

1.2.2. *Плоские (субгоризонтальные) вершины водоразделов (ВВ).* При их отрисовке на карте выделяются участки с уклоном меньшим или равным от 0° до 1°. **Следует принять во внимание, что, как правило, учебные карты имеют масштаб 1:25000 или 1:10000. На них названные поверхности будут выделяться на участках с расстоянием между горизонталями от 0,9 см и более и от 14,3 мм и более, соответственно.**

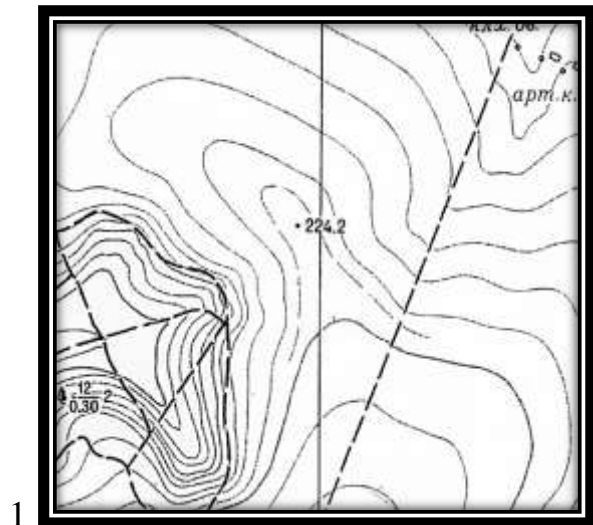
1.2.3. *Субгоризонтальные поверхности водоразделов, не являющиеся вершинами (ВП).* К ним, как правило, относят выположенные участки водораздельных склонов (с уклоном до 1°) или участки, не имеющие прямой связи с вершиной холма, а также денудационные террасы.

1.2.4. *Субгоризонтальные понижения седловин (СП).* Выделяются, в случае если между двумя ярко выраженными холмами находится субгоризонтальная поверхность, не имеющая прямой связи с другими субгоризонтальными поверхностями, рассмотренными выше.

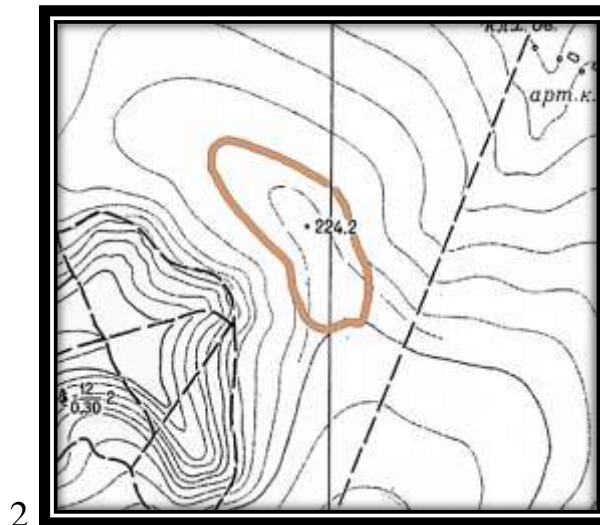


Этапы выделения
субгоризонтальной вершины
водоразделов на топооснове
масштаба 1:10000

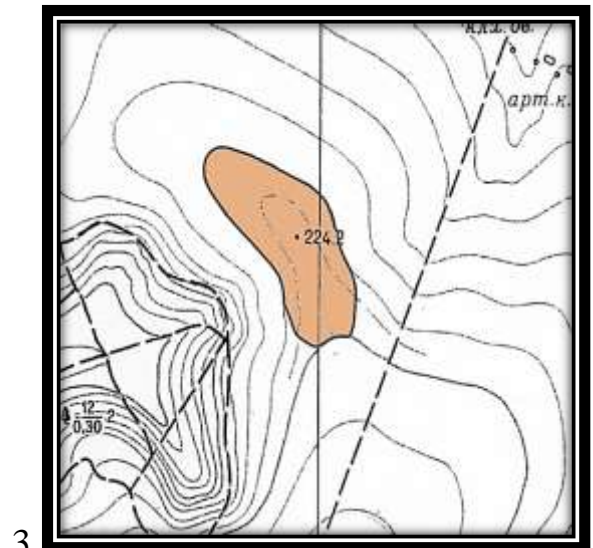
- 1 – фрагмент топоосновы;
- 2 – выделение границ вершины водораздела;
- 3 – заливка контура цветом;
- 4 – фрагмент итогового оформления



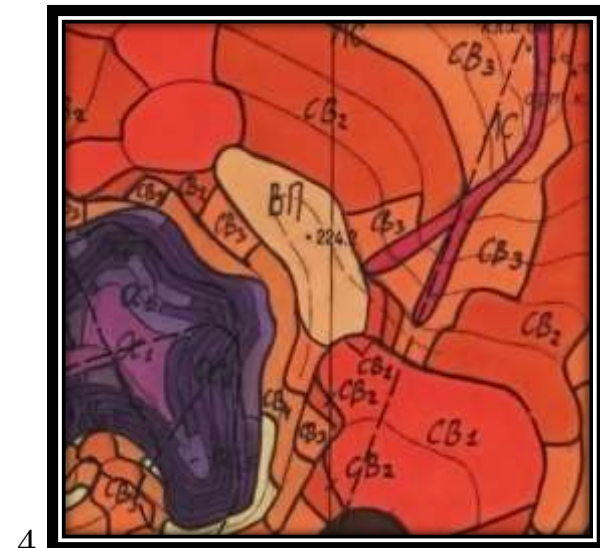
1



2



3



4

Этапы субгоризонтальных
поверхностей, не являющихся
вершинами водоразделов, на
топооснове масштаба 1:10000

- 1 – фрагмент топоосновы;
- 2 – выделение границ
субгоризонтальных
поверхностей, не являющихся
вершинами водоразделов;
- 3 – заливка контура цветом;
- 4 – фрагмент итогового
оформления

1.3. Выделение **наклонных форм рельефа**. По происхождению склоны рекомендуется выделять исходя из их ориентировки относительно местных тальвегов и водоразделов разных порядков. В частности, *склоны речного происхождения* отмечаются на тех участках, где исследуемая наклонная поверхность в целом расположена параллельно руслу реки или ручья.

Склоны овражного происхождения выделяют на тех участках, где исследуемая наклонная поверхность представляет собой вогнутую структуру, параллельную местному тальвегу, сформированному за счет деятельности временного руслового стока (об этом косвенно можно судить по тому, в какую структуру будет разгружаться данная отрицательная форма рельефа; например, в большинстве случаев лощины, ложбины и овраги будут разгружаться в речные долины или непосредственно в речное русло). Кроме того, следует помнить, что, как правило, склоны овражного происхождения в целом будут перпендикулярны склонам той долины или мезопонижения, в которую разгружается овраг или балка.

Остальные участки наклонных поверхностей, оставшиеся после выделения склонов речного и овражного происхождения, представляют собой *водораздельные склоны* различной крутизны. По этой причине их рекомендуется отмечать в последнюю очередь.

Дробление склонов по крутизне осуществляется в зависимости от детальности проводимого исследования и проводится исходя из измерения расстояния между горизонталями и сравнениями полученных данных со шкалой заложения в градусах. Выделение склонов различной крутизны рекомендуется проводить с помощью оттенков одного и того же цвета по принципу «чем круче склон, тем он ярче».

Различают следующие виды склонов (см. таблицу 1):

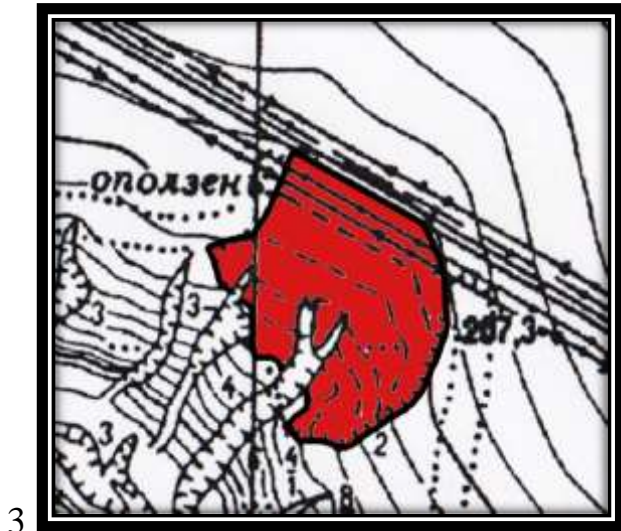
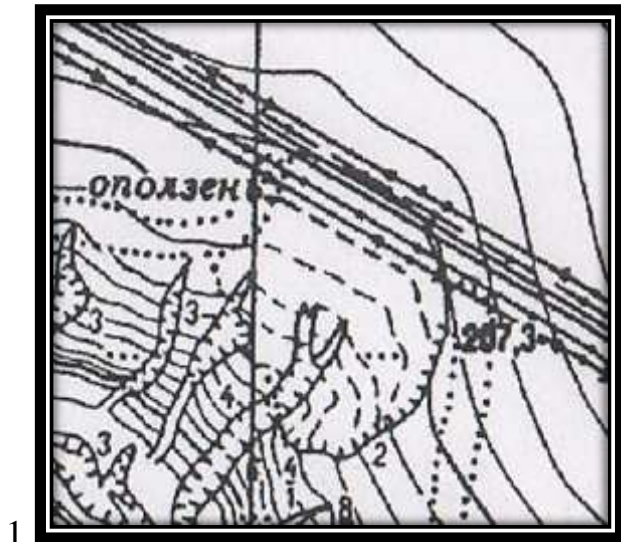
Таблица 1. Классификации и обозначение склонов в зависимости от их крутизны и происхождения

Вид и характеристика склона						ИНДЕКС		
						происхождение		
по Ганжара, 2001	Крутизна, °	по Рычагов, 2006	Крутизна, °	по Кирюшин (сокращенный вариант), 2005	Крутизна, °	Водо-раз-дельные склоны	Реч-ные скло-ны	склоны старых оврагов и балок
<i>пологие</i>	1 – 2	<i>очень пологие</i>	2 – 4	<i>очень пологие</i>	1 – 2	ВС₁	РС₁	ОС₁
<i>покатые</i>	2 – 5	<i>пологие</i>	4 – 8	<i>Пологие</i>	2 – 3	ВС₂	РС₂	ОС₂
<i>сильно-покатые</i>	5 – 8	<i>средней крутиз-ны</i>	8 – 15	<i>слабо-покатые</i>	3 – 5	ВС₃	РС₃	ОС₃
<i>крутые</i>	8 – 20	<i>крутые</i>	15 – 35	<i>покатые</i>	5 – 8	ВС₄	РС₄	ОС₄
<i>очень крутые</i>	20 – 45	<i>очень крутые</i>	≥35	<i>сильно-покатые</i>	8 – 10	ВС₅	РС₅	ОС₅
<i>обрывис-тые</i>	> 45	-	-	<i>Крутые</i>	>10	ВС₆	РС₆	ОС₆

1.4. Выделение **гравитационных форм рельефа**. На данном этапе проводится оконтуривание участков, занятых оползневыми (индекс **Оп**) и селевыми (**Ст**) телами или осыпями (**Ос**).

1.5. Выделение **антропогенных форм рельефа**. К ним будут относиться: территории, занятые объектами линейной инфраструктуры (например, дороги с покрытием, железнодорожные насыпи и т.п.); дамбы, плотины, водохранилища, искусственные водоемы; селитебные территории, а также места добычи полезных ископаемых (карьеры, терриконы).

1.6. При стандартной ориентировке карты расстановка индексов проводится, с учетом того, что они должны быть одинаковые по размерам и ориентированы с севера на юг, а также стоять на каждом отдельном визуально изолированном поле.



Этапы выделения поверхностей
оползневых тел на топооснове
масштаба 1:10000

- 1 – фрагмент топоосновы;
- 2 – выделение границ
оползневых тел;
- 3 – заливка контура цветом;
- 4 – фрагмент итогового
оформления

3. Производят анализ построенной карты, одновременно заполняя в формате *MO Excel* расчетно-аналитическую таблицу 2 (см. ниже) «*Геоморфологические и климатические параметры модельного участка*» и на основании анализа ее и построенной геоморфологической карты, дают заключение о характере рельефа исследуемой территории и дают рекомендации по освоению территории, ее пригодности под сельскохозяйственные угодья, а также по комплексу рекультивационных и реабилитационных мероприятий. Анализ представляется более информативным, если он содержит площади каждой группы форм и элементов рельефа. Оценка площадей проводится либо с помощью специальных программ (например, *Paint NET*), либо с помощью «метода палетки». В случае последнего, готовая геоморфологическая карта расчерчивается в клетку 1х1 или 0,5х0,5 см, при чем каждой клетке удобно присваивать порядковый числовой или буквенно-числовой номер (аналог разметки полей в игре «морской бой»). После этого производится пересчет с количества квадратов в составе каждого элемента рельефа в единицы площади (га или км²), а также рассчитывается его доля (%) от всей площади участка.

Таблица 2. Геоморфологические и климатические параметры модельного участка

№ п/п	Название элемента рельефа	индекс	крутизна, °			площадь, км ²	доля, %	экспозиция	К	ΣT>10°C, °C	Pt, °C	ΣT'>10°C = ΣT>10°C±Pt, °C	Кувл	Ps	Кувл'= Кувл±Ps
			от	до	ср										
1.															
...															
n															

Таблица 3. Распределение величины суммы активных температур на элементах рельефа исследуемого участка

№ п/п	Название элемента рельефа	индекс	крутизна, °			площадь, км ²	доля, %	ΣT'>10°C = ΣT>10°C±Pt, °C	Ранг	
			от	до	ср				название	индекс
1.										
...										
n										

Таблица 4. Распределение величины коэффициента увлажнения на элементах рельефа исследуемого участка

№ п/п	Название элемента рельефа	индекс	крутизна, °			площадь, км ²	доля, %	Кувл' = Кувл±Ps	Ранг	
			от	до	ср				название	индекс
1.										
...										
n										

4. ПОРЯДОК ОПИСАНИЯ ГЕОМОРФОЛОГИЧЕСКОЙ КАРТЫ

Описание проводится на основании анализа ряда данных таблицы 2, а также визуальной оценке геоморфологической карты в соответствии с условными обозначениями. Алгоритм описания приведен ниже.

1. **Общая характеристика.** Указывается площадь исследуемого участка в км², а также общее количество речных долин и водораздельных поверхностей, приводится их положение относительно сторон света. Если на исследуемом участке присутствуют заболоченные территории или болота, то отдельно приводят их примерную площадь и месторасположение. При этом необходимо подчеркивать, что объекты такого рода не являются самостоятельными формами рельефа, а представляют собой выположенные осадконакоплением впадины (заросшие озера), заполненные торфяниками и испытывающие постоянное избыточное увлажнение.
2. **Описание комплекса речных форм рельефа.** Указывается направление течения реки, а также его изменения в рамках территории исследуемого участка, также приводится количество притоков и их особенности. Приводится средняя величина ширины поймы реки или ее граничные значения в рамках исследуемой территории. Если возможно, то приводят примерные оценки параметров речной долины: средняя ширина и глубина в метрах или километрах в зависимости от особенностей распространенности. Для склонов речного происхождения приводится интервал разброса крутизны и примерное расположение каждой группы склоновых земель вдоль русла реки, а также приводятся суммарные площади каждой категории склонов и их долю (%) от общей площади участка.
3. **Описание овражно-балочного комплекса (ОБК).** Приводится общее количество молодых оврагов, их месторасположение, а также суммарную протяженность в метрах или километрах. Далее приводят количество и месторасположение лощин и ложбин. Для старых оврагов и балок указывают среднюю протяженность в километрах, среднюю ширину по дну и среднюю ширину по плечам. Если старый овраг или балка осложнены возрожденными оврагами или ручьями, это указывают отдельно. Для определения степени повреждения территории оврагами используются *коэффициенты овражности и плотности оврагов*. **Коэффициент овражности** – отношение площади оврагов (га) к площади земельного фонда (км²). **Коэффициент плотности оврагов** – число оврагов на площади в 1 км². **Степень развития овражной эрозии** характеризуется

также *суммарной протяженностью оврагов* на км² площади. Соответственно различают (по Ганжара, 2001) слабую (менее 0,25 км/км²), среднюю (0,25 – 0,50), сильную (0,50 – 0,75) и очень сильную (более 0,75) степени. Кроме того, необходимо приводить суммарную площадь и долю в % от общей площади, занимаемую каждой категорией склонов овражного происхождения, площадь субгоризонтального дна старых оврагов и балок, суммарную площадь лощин и ложбин, молодых оврагов, старых оврагов и балок.

4. **Описание антропогенно-измененных форм рельефа.** Приводится месторасположение населенных пунктов, их название и площадь застроенной или эксплуатируемой территории. Если на исследуемом участке расположены места добычи полезных ископаемых, этот факт указывается отдельно.
5. **Рекомендации.** На основании информации, полученной ранее, в конце делают общие заключения о соотношении основных форм и элементов рельефа на исследуемом участке. После этого оценивают степень пригодности участка для сельскохозяйственных и бытовых нужд, оценивают вероятность возникновения опасных геологических процессов с указанием потенциальных причин их возникновения. Приводится примерный список работ по благоустройству территории, ее реабилитации или рекультивации.

5. СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОСХЕМЫ ЭКСПОЗИЦИЙ СКЛОНОВЫХ ЗЕМЕЛЬ

Экспозиция склона – это ориентация поверхности склона относительно сторон света (то есть, *склон северной экспозиции* обращен своей поверхностью на Север). При составлении картосхемы экспозиций склоновых земель используют цветовые и буквенные обозначения. Кроме того, при оконтуривании территорий с углом наклона больше 1° рекомендуется использовать стандартное деление по ориентации поверхностей по сторонам света: склоны с северной (закрашиваются в синий цвет; индекс – СЭ), южной (закрашиваются в красный цвет; индекс – ЮЭ), западной (закрашиваются в желтый цвет; индекс – ЗЭ) и восточной (закрашиваются в зеленый цвет; индекс – ВЭ) экспозицией. Поверхности с углом наклона менее 1°, обозначаются как поверхности без экспозиции (закрашиваются в серый цвет или оставляются бесцветными; индекс – БЭ). В случае склонов со сложной формой поверхности рекомендуется проводить генерализацию по преобладающему направлению относительно сторон света, без учета

детальных особенностей. Следует учитывать, что склоны эрозионного происхождения, имеют, как правило, *вогнутую* форму, а водораздельные склоны – *выпуклую*. Кроме того, после оформления картосхемы экспозиций склоновых земель, следует заполнить соответствующие графы таблицы 2, используя их при дальнейшем описании. В нем указывается соотношение земель с различной экспозицией с учетом генезиса форм и элементов рельефа.

6. ОЦЕНКА РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ОСАДКОВ И ТЕПЛА НА ЭЛЕМЕНТАХ РЕЛЬЕФА

Для выполнения оценки степени увлажненности исследуемого участка, его обеспеченности теплом и т.д. рекомендуется использовать реальные климатические данные, получаемые на метеостанциях в мире. Сначала в строку поиска на сайте «Расписание погоды» (www.rp5.ru) вводится название населенного пункта, указанного в исходном задании для студента. После этого нажимается ссылка «*Архив погоды на метеостанции...*». Далее в выполняемой работе указывается порядковый номер метеостанции (WMO ID). При нажатии на вкладку «*Статистика погоды*» можно получить необходимые климатические параметры за интересующий нас период (последние 5 или 10 лет; *10-летний интервал используется только студентами, обучающимися по направлению 05.03.04–«Гидрометеорология»*), рассчитываемые посредством моделей и уравнений, заложенных на сайте. Альтернативный вариант представляет собой непосредственное скачивание архива погоды за интересующий период и дальнейший самостоятельный расчет необходимых климатических показателей. В настоящей работе рекомендуется использовать расчетные величину суммы активных температур больше 10°C и величину коэффициента увлажнения. Применение других климатических показателей, а также дополнительные расчеты используются только по личному указанию преподавателя. Обращаем внимание, что все получаемые расчетные величины поправочных коэффициентов, суммы активных температур, коэффициента увлажнения, а также соответствующих им поправок вводятся в одноименные графы таблицы 2.

6.1. РАСЧЕТ СУММЫ АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР

Для оценки перераспределения тепла на элементах рельефа используется показатель суммы активных температур. Для склоновых земель необходимо вводить поправку:

$$P_t = (\Sigma t > 10^\circ\text{C} * K * \alpha^{0,7}) / (75 - \text{Ш}), \text{ где}$$

$\Sigma t > 10^\circ\text{C}$ – среднегодовое значение суммы температур больше 10°C в равнинных условиях (данный показатель берется из справочной литературы или рассчитывается самостоятельно для каждого конкретного пункта наблюдений, на основании всего массива погодных данных, предоставляемого местной метеостанцией с точным указанием ее порядкового номера в общем реестре)

K – коэффициент пропорциональности. Для южного склона $K = +0,40$; для северного $K = -0,35$; для западного $K = +0,08$; для восточного $K = -0,07$.

α – крутизна склона в градусах (определяется по карте с помощью шкалы заложений, для расчетов используется средняя крутизна склона – см. таблицу 2);

Ш – широта пункта метеонаблюдений.

Таким образом, для склоновых земель среднегодовое значение суммы активных температур ($\Sigma t' > 10^\circ\text{C}$) будет рассчитываться по формуле:

$$\Sigma t' > 10^\circ\text{C} = \Sigma t > 10^\circ\text{C} \pm P_t$$

6.2. РАСЧЕТ ВЕЛИЧИНЫ КОЭФФИЦИЕНТА УВЛАЖНЕНИЯ

Для оценки перераспределения влаги на элементах рельефа удобно использовать показатель коэффициента увлажнения. **Коэффициент увлажнения** рассчитывается как отношение среднегодовой суммы осадков (мм) к испаряемости за тот же промежуток времени. В свою очередь, **испаряемость** рассчитывается по формуле (Хромов С.П., Петросянц М.А., 2012):

$$\text{Испаряемость} = (100 - f) * 0.018 * (25 + T)^2, \text{ где}$$

T – среднемесячная температура воздуха, $^\circ\text{C}$;

f – относительная влажность воздуха (рекомендуется брать из массива метеоданных, предоставляемого сайтом www.rp5.ru или иным ресурсом, содержащим данные метеонаблюдений, привязанные к конкретному пункту наблюдений).

Аналогично показателю суммы активных температур для склоновых земель необходимо вводить поправку и для показателя коэффициента увлажнения (P_s^x):

для склонов северной экспозиции

$$P_s^c = (\sqrt{K_{увл}} * (1,3\alpha + 3,6\alpha^{0,7})) / 100;$$

для склонов южной экспозиции

$$P_s^{ю} = -1 * (\sqrt{K_{увл}} * (0,5\alpha + 2\sqrt{\alpha})) / 100;$$

для склонов западной и восточной экспозиции:

$$P_s^в = P_s^з = -1 * (\sqrt{K_{увл}} * (0,3\alpha + \sqrt{\alpha})) / 100, \text{ где}$$

$K_{увл}$ – коэффициент увлажнения для местных плакорных условий (берется из актуальной справочной литературы, либо рассчитывается на основе реальных метеоданных);
 α – крутизна склона в градусах (для расчетов используется средняя крутизна склона – см. таблицу 2).

Таким образом, для склоновых земель показатель коэффициента увлажнения ($K_{увл}$) будет рассчитываться по формуле:

$$K'_{увл} = K_{увл} \pm P_s^x$$

6.3. СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОСХЕМ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ТЕПЛА И ОСАДКОВ НА ФОРМАХ И ЭЛЕМЕНТАХ РЕЛЬЕФА

Для составления картосхемы распределения суммы активных температур на формах и элементах рельефа, после проведения необходимых расчетов по вычислению суммы активных температур за определенный временной промежуток, а также вычисления значений поправок, можно применить два пути решения:

- 1). Если работа выполняется в электронном формате, то удобнее всего строить картосхему с помощью программы *Surfer*, причем в этом случае можно использовать весь массив данных по значениям суммы активных температур с введенными поправками для склонов разных экспозиций.
- 2). Если работа выполняется на бумажном носителе, то для удобства построения предварительно рекомендуется весь полученный массив поправок ранжировать, то есть разбить все полученные значения на 5 интервалов – «рангов» (в зависимости от контрастности и вариабельности

полученных значений), присвоив каждому условное имя-катеорию (например, «очень холодные», «холодные», «умеренной теплообеспеченности», «теплые» и «очень теплые»), одновременно заполняя таблицы 3 и 4 (см. выше) «*Распределение величины суммы активных температур и показателей коэффициента увлажнения на элементах рельефа исследуемого участка*». После этого этим категориям присваивается определенный оттенок цвета (пропорционально величинам значений или статусу категории), в который окрашиваются соответствующие группы элементов рельефа. Далее на каждое визуальное изолированное цветовое поле ставится индекс в соответствии с рангом теплообеспеченности.

Картосхема распределения осадков, точнее, картосхема вариабельности величины коэффициента увлажнения в зависимости от форм и элементов рельефа, составляется совершенно аналогичным образом, описанным выше.

После построения картосхем проводится их анализ, в котором приводится, насколько та или иная категория земель обеспечены теплом и влагой. Необходимо указывать пределы варьирования (минимальные и максимальные значения с обязательным указанием величин стандартных ошибок) показателей для каждой группы элементов рельефа. Кроме того, весьма информативным представляются данные о процентном соотношении категорий земель по анализируемым показателям, а также вывод о контрастности оцениваемых территорий. Это полезно иллюстрировать с помощью различных таблиц, диаграмм и рисунков. На основании полученных обобщений и сравнения их с требованиями сельскохозяйственных культур (или требованиями конкретного проектного или оцениваемого типа землепользования), делается вывод о пригодности оцениваемой территории для того или иного сценария дальнейшей эксплуатации участка. Кроме того, возможно проведение более точной оценки геологических, геоморфологических, геохимических и ландшафтных рисков, а также возникновения негативных процессов и прогноз возможных мероприятий по их предотвращению или минимизации воздействия. Вся эта информация оформляется в виде структурированной пояснительной записки с обязательными ссылками на соответствующие таблицы, карты, картосхемы, диаграммы и рисунки.

7. СОСТАВЛЕНИЕ КАРТОСХЕМЫ ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ГЕОХИМИЧЕСКИХ ЛАНДШАФТОВ

Каждому элементарному геохимическому ландшафту (далее ЭГЛ) присущ определенный тип миграции элементов и соединений, обмена веществ и энергии между автономными и подчиненными ландшафтами. Картограмма ЭГЛ составляется исходя из общих представлений о приуроченности определенного типа миграции тому или иному элементу (либо форме) рельефа. Условно территории всех форм и элементов рельефа можно подразделить на *автономные* (без движения вещества), *транзитные* (с движением вещества) и *аккумулятивные* (с накоплением вещества) элементарные ландшафты.

1. **Автономные ЭГЛ.** К ним относят так называемые *элювиальные* ландшафты, которые являются геохимически независимыми и характеризующимися выносом наиболее растворимых и подвижных соединений. Это водораздельные территории, занимающие территории с наибольшими абсолютными высотными отметками и имеющие уклон от 0 до 1°. Отличаются независимостью процесса почвообразования от грунтовых вод, отсутствием привноса материала с текучими водами (питание осуществляется исключительно за счет атмосферных осадков) и расходом материала путем стока и просачивания в нижележащие горизонты почвы и слои почвообразующих и коренных горных пород.
2. **Транзитные ЭГЛ.** Это геохимически подчиненные ландшафты, в которых частично аккумулируются некоторые соединения, а наиболее растворимые и подвижные продукты выносятся. К ним можно отнести выпуклые вершины холмов, склоны и дно молодых оврагов, лощин и ложбин, склоны с крутизной более 5°. Кроме того, различают:
 - 2.1. *Трансэлювиальные ЭГЛ.* Отличаются по своему положению в рельефе (верхние части склонов с крутизной не более 5°). Питание осуществляется за счет атмосферных осадков и интенсивным поверхностным стоком, а поступление и вынос химических элементов и растворимых соединений производится за счет плоскостного смыва.
 - 2.2. *Трансаккумулятивные ЭГЛ.* В них происходит не только привнос, но и частичная аккумуляция (накопление) продуктов жидкого и твердого стока. Они могут быть приурочены к нижним частям склонов, а также к субгоризонтальным поверхностям, не являющихся вершинами водоразделов.

- 2.3. **Трансупераквальные ЭГЛ.** Характерны для пониженных участков рельефа в местах выхода грунтовых вод и притока поверхностных (например, пойма ручья, впадающего в систему водохранилищ).
- 2.4. **Трансаквальные ЭГЛ.** Формируются на дне проточных водоемов, где подвижные и хорошо растворимые элементы и соединения поступают с окружающих ландшафтов с поверхностными и грунтовыми водами, в дальнейшем накапливаясь на дне, или переносятся вниз по течению.
3. **Аккумулятивные ЭГЛ.** Здесь поверхность коренных горных пород или инситу почв покрыта мощным слоем рыхлых наносов. Процессы накопления химических элементов и соединений преобладают. Примером могут служить конуса выноса оврагов и балок, а также периферийная часть поймы реки или участки, занятые старичными понижениями.

Описание картосхемы ЭГЛ территории модельного участка должно включать в себя детальное обоснование контуров выделяемых элементарных геохимических ландшафтов с указанием к какой/каким формам и элементам рельефа они приурочены и почему, а также с указанием их площадного и долевого соотношения на исследуемой территории. Кроме того, рекомендуется указать на потенциальное размещение (с обоснованием) геохимических барьеров, исходя из общетеоретических знаний о них и геоморфологических параметров модельного участка.

8. ВИДЫ И ФОРМЫ ОТРАБОТКИ ПРОПУЩЕННЫХ ЗАНЯТИЙ

Студент, пропустивший занятия, обязан написать конспект по теме занятия и защитить его у преподавателя. Конспект должен иметь объем не более 1 - 2 страниц рукописного текста, составляемых по данным анализа не менее 5 научных статей из списка журналов, рекомендованных ВАК. Его тема быть близкой к тематике пропущенного занятия, а название универсальное и выглядит как «**Конспект научных статей (ФИО авторов, название журнала, год публикации) на тему (тема занятия, соответствующая актуальному календарно-тематическому плану)**». В реферате должны быть отражены цели, задачи и методы исследований, обобщены полученные результаты. Отдельно прилагается список использованной литературы с указанием в алфавитном порядке авторов, названия статей, год публикации, номер журнала и страниц, на которых

размещена статья. Кроме того, в случае пропуска занятий, посвященных защите практических или расчетно-графических работ, студент также обязан сдать и защитить их.

ПРИЛОЖЕНИЯ

Приложение 1.

Влияние уклонов на степень смыва почв (по В.И. Кирюшину, 1969)

Уклоны, град	Степень смыва
0,5 – 1,0	Отсутствие
1,0 – 2,0	Слабая
3,0 4,0	Средняя
4,0 – 5,0	Значительная
5,0 – 8,0	Сильная

Приложение 2

Классы земель по наклону поверхности (по В.И. Кирюшину, 1969)

Эрозия земель; условия работы сельскохозяйственных машин	Предельный уклон, град	Назначение земель
Эрозия практически не проявляется. Возможно использование любых машин	До 2	Пашня
Слабая эрозия; использование любых машин	До 4,5	Пашня
Значительная эрозия; затруднено использование больших и тяжёлых машин	До 9	Пашня
Сильная эрозия. Использование тяжёлых машин затруднено	До 17	Пастбища
Очень сильная эрозия, Возможно ограниченное использование самых лёгких машин	До 36	Лесопосадки
Каменистые поверхности, сильноэродированные и фактически не пригодные для использования	Более 36	Неиспользуемые земли (неудобья, пустоши)

Приложение 3

Влияние уклонов на производство культурных растений

(по С.А. Сладкопевцеву, 2005)

Уклоны, град	Культуры					
	Зерновые	Картофель	Лён	Сахарная свёкла	Силосные культуры	Травы
До 5	3	2	3	3	3	3
5 – 7	2	1	2	1	2	3
7 – 10	1	0	1	0	1	2
Более 10	0	0	0	0	0	1
Эродированные земли	0	0	0	0	0	2

Примечание: Условия производства: 0 – непригодные, 1 – малопригодные, 2 – пригодные, 3 – наиболее пригодные.

НЕКОТОРЫЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Сельскохозяйственные культуры	Температуры созревания, °С		Температура, ниже которой наступает повреждение, °С	Вегетационной период, дни	Сумма температур за период вегетации	В какие сезоны растения преимущественно нуждаются в воде	Благоприятные почвы
	Минимальная	Оптимальная					
1. Зерновые							
Пшеница яровая	10-12	12-20	-6-8	80-120	1200-1700	Весна, начало лета	Чернозём
Пшеница озимая	10-12	–	-10-20	80-120	1150-1500	Весна, начало лета	Чернозём
Рожь озимая	10-12	–	-20	80-120	1000-1250	Весна, начало лета	Подзолистая
Ячмень яровой	10-12	12-20	-6-8	60-100	950-1450	Весна, начало лета	Подзолистая
Кукуруза на зерно	10	16-23	-2	120-160	2100-2900	Лето	Чернозём
Рис	12-15	20-25	-1	100-180	2200-3200	Лето	Каштановая
2. Технические							
Лён-долгунец	10-12	12-19	-4-5	80-100	1200-1600	Весна, начало лета	Подзолистая
Сахарная свёкла	10	–	-4-6	120-160	2000-2800	Лето	Чернозём
Подсолнечник	10-12	15-23	-4-5	100-140	1600-2300	Лето	Чернозём
Хлопчатник	10-12	20-27	-1	140-180	2900-4000	От весны до осени	Лёссовидные, чернозём, серозём

Приложение 5

Нормы предельного наклона улиц для городского транспорта

(по С.А. Сладкопевцеву, 2005)

Вид транспорта	Уклон, %	
	Предельный	Средний
Автобус	12,0	5,0
Троллейбус		
Трамвай без прицепа		3,0
Трамвай (с прицепом)	3,3	1,0
Метрополитен	3	1,0
Железнодорожный транспорт	15,0	6,0
Автотранспорт		

Приложение 6

Влияние уклона улиц на выбор возможного дорожного покрытия

(по С.А. Сладкопевцеву, 2005)

Покрытие улиц	Максимальные уклоны, %		Минимальные уклоны, %
	Транспортные магистрали	Прочие улицы	
Булыжное	5,0	8,0	0,5
Щебеночное	3,0	6,0	
Брусчатка	2,5	5	
Деревянная торцевая мостовая	2,5	2,5	0,3
Тротуары асфальтовые	1,5	5*	—
Тротуары каменные (из плит)	10	10	—
Тротуары гравийные	15	15	—

* - при больших уклонах асфальтовое покрытие просто со временем стекает

Приложение 7

Влияние уклонов на строительство автомобильных дорог, промышленных и гражданских сооружений.

(по С.А. Сладкопевцеву, 2005)

Уклоны, %	Условия строительства	
	Автомобильных дорог	Промышленных и гражданских сооружений
До 0,5	Несложное для всех категорий	Частично осложняются трудностями дренажа
0,5 – 3	Несложное для всех категорий	Не осложняют
3 - 5	Осложнение для дорог первой категории	Осложнение отдельных видов строительства, например, аэродромов
5 – 10	Осложнение для дорог первой категории	Исключение промышленного строительства, осложнение гражданского. Резкое удорожание проектирования.
10 – 20	Осложнение для всех категорий – повышенный объём земляных работ	Допускаются отдельные виды гражданского строительства. Значительные ограничения по выбору конструкции и расположению сооружений.
20 – 30	Сильное осложнение для всех категорий, удлинение трасс, очень большие объёмы земляных работ.	Допускаются отдельные виды гражданского строительства. Значительные ограничения по выбору конструкции и расположению сооружений
Более 30	Максимальная сложность по всем параметрам. Резкое удорожание проектирования.	Максимальное осложнение по всем параметрам.

Приложение

Схема классификации рельефа суши по крутизне склонов по М.В. Скрытнову

(Войллошников Д.В. 1984.)

Примитивная характеристика рельефа	Обобщенная характеристика рельефа	Характеристика рельефа водосбора	Класс рельефа	$\sin \alpha$	$\operatorname{tg} \alpha$	Уклон поверхности (в градусах)
Равнины (0-7°)	Равнинный (0-2°)	Плоский	I	0 – 0,005	0 – 0,005	0 – 1/4
		Равнинный	II	0,01	0,01	1/4 – 1/2
		Волнистый	III	0,02	0,02	1/2 – 1
	Холмистый	Увалистый	IV	0,04	0,04	1 – 2

Примитивная характеристика рельефа	Обобщенная характеристика рельефа	Характеристика рельефа водосбора	Класс рельефа	$\sin \alpha$	$\text{tg } \alpha$	Уклон поверхности (в градусах)
	(1-7°)	Холмистый	V	0,07	0,07	2 – 4
		Сильно холмистый	VI	0,12	0,12	4 – 7
Горы (7-45°)	Гористый (7-24°)	Предгорный	VII	0,2	0,21	7 – 12
		Гористый	VIII	0,3	0,32	12 – 18
		Горный	IX	0,4	0,44	18 – 24
	Высотный (24-45°)	Высокогорный	X	0,5	0,58	24 – 30
		Высотный	XI	0,6	0,75	30 – 37
		Островершинный	XII	0,7	1,00	37 – 45

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ганжара Н.Ф. – Почвоведение. – М.: Агроконсалт, 2001. – 392 с.
2. Иванов Д.А., Тюлин В.А. Практикум по введению в агроландшафтоведение. – Москва-Тверь: Чудо, 2008. – 48 с.: цв.ил.
3. Кирюшин В.И., А.Л. Иванов. Агроэкологическая оценка земель и проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий. Методическое руководство. – М.: ФГНУ «Росиформагротех», 2005. – 784 с.
4. Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. Издательство. Астрейя-2000. 1999.
5. Рычагов Г.И. Общая геоморфология: учебник. - 3-е изд., перераб. и доп. - М.: Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. – 416 с., илл.
6. Хромов С.П., Петросянц М.А. Метеорология и климатология. – 6-е изд., перераб. и доп. – М.: Издательство МГУ, 2012. – 275с.

Интернет-ресурсы:

- ✓ Журнал "Известия Российской академии наук. Серия географическая" (<https://izvestia.igras.ru/jour>).
- ✓ Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru>).
- ✓ Научная электронная библиотека ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>).
- ✓ Научная электронная библиотека Springer Link (<https://link.springer.com/>).
- ✓ Портал GeoKniga (www.geokniga.org).
- ✓ Сайт www.rp5.ru
- ✓ Сайт Всероссийского Научно-исследовательского Геологического института им. А.П. Карпинского (www.vsegei.ru).
- ✓ Сайт Единого Государственного реестра почвенных ресурсов России (<http://atlas.mcx.ru/materials/egrpr/content/intro.html>).
- ✓ Электронная библиотечная система «Наука» (<https://www.libnauka.ru/>).