



**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

**Белорусский национальный
технический университет**

Кафедра «Инженерная геодезия»

ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

**Практикум для студентов специальности
1-56 02 01 «Геодезия»**

**Минск
БНТУ
2016**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
Белорусский национальный технический университет

Кафедра «Инженерная геодезия»

ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Практикум для студентов специальности
1-56 02 01 «Геодезия»

*Рекомендовано учебно-методическим объединением
по образованию в области горнодобывающей промышленности*

Минск
БНТУ
2016

УДК 528.92 (075.8)
ББК 26.12я7
Т58

Составители:
П. П. Явид, А. О. Искрицкая

Рецензенты:
кафедра геодезии и картографии географического факультета
Белорусского государственного университета
(зав. каф., канд. геогр. наук, доцент *А. П. Романкевич*);
руководитель направления обучения компании «Кредо-Диалог»
канд. техн. наук, доцент *И. Е. Рак*

Т 58 Топографическое черчение: практикум для студентов специальности 1-56 02 01 «Геодезия» / сост.: П. П. Явид, А. О. Искрицкая. – Минск : БНТУ, 2016.– 45 с.
ISBN 978-985-550-860-2.

В практикуме рассматриваются вопросы выполнения лабораторных работ по дисциплине «Топографическое черчение». Издание подготовлено с целью помощи студентам в приобретении определенных навыков работы карандашом, пером, чертежными инструментами, приборами и принадлежностями, а также в приобретении навыков в вычерчивании картографических шрифтов.

УДК 528.92 (075.8)
ББК 26.12я7

ISBN 978-985-550-860-2

© Белорусский национальный
технический университет, 2016

1. ЧЕРТЕЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ

1.1. Чертежные инструменты

Для черчения топографических карт и планов, профилей и т. д. используются чертежные инструменты, выпускаемые в коробках-готовальнях или поштучно. Основными из них являются циркули и рейсфедеры.

Циркули предназначены для измерения и откладывания отрезков прямых линий, а также для построения геометрических фигур. В зависимости от назначения циркули подразделяются на циркули-измерители, круговые циркули, микроизмерители и др.

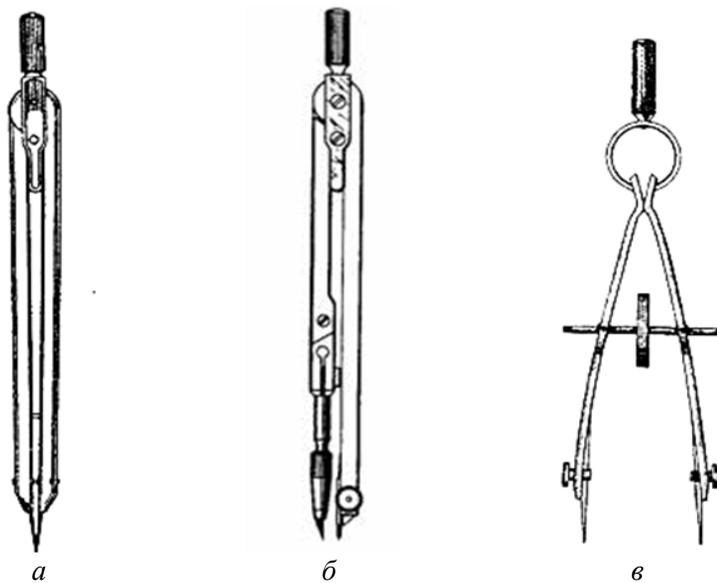


Рис. 1.1. Циркули:
а – циркуль-измеритель; *б* – круговой циркуль; *в* – микроизмеритель

Циркуль-измеритель (рис. 1.1, *а*) применяется для измерения и откладывания прямолинейных отрезков. Он состоит из двух ножек, соединенных вверху шарниром с рифленным держателем или коль-

цом (полевой циркуль). В нижних концах ножек специальными винтами крепятся иглы.

Круговой циркуль (рис. 1.1, б) предназначен для вычерчивания дуг и окружностей большого радиуса (до 15 см). В нем, в отличие от циркуля-измерителя, в одной из ножек специальным винтом крепится рейсфедерная или карандашная вставка. Такие вставки, только меньшего размера, могут использоваться в микроизмерителях.

Микроизмеритель (рис. 1.1, в) предназначен для измерения и откладывания небольших отрезков (0,5–40 мм). Состоит из двух ножек, соединенных вверху дугообразной стальной пружины с держателем. Величина интервала между ножками с иглами регулируется микрометрическим винтом.

Для вычерчивания линий по линейке применяют *рейсфедер*, который представляет собой стержень (ручку), в один конец которого в виде единого целого вставлены две симметричные продолговатые створки, образующие чертящее перо. Створки соединены между собой регулирующим винтом, которым устанавливается толщина прочерчиваемых линий (от 0,05 до 1 мм). Рейсфедеры между собой отличаются главным образом длиной и шириной створок (рис. 1.2).

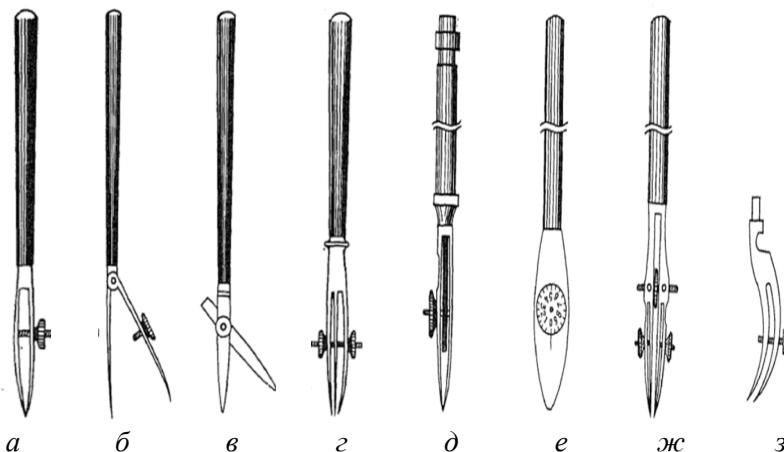


Рис. 1.2. Рейсфедеры:

а – одинарный рейсфедер; б – рейсфедер с откидными створками; в – рейсфедер с поворачивающимися створками; г – полупероный рейсфедер; д – полуавтоматический рейсфедер; е – калибровый рейсфедер; ж – двойной рейсфедер; з – круговой рейсфедер

Рейсфедер должен удовлетворять следующим требованиям:

– перо (створки) рейсфедера должно быть прочно закреплено в ручке;

– створки пера рейсфедера должны иметь одинаковую длину и овальную форму, быть правильно заточенными и при черчении давать ровную и сочную линию.

Для вычерчивания двойных параллельных линий используют *двойной рейсфедер* (рис. 1.2, *ж*). В отличие от одинарного рейсфедера он имеет два чертежных пера (четыре створки), соединенных в единое целое со стержнем (ручкой). Интервал между перьями регулируется общим винтом, а толщина вычерчиваемых линий – регулировочными винтами каждого пера.

Кривоножка (вращающийся рейсфедер) предназначена для вычерчивания кривых извилистых линий (горизонтали, гидрография и т. п.). Кривоножки бывают одинарными и двойными (рис. 1.3) и по сути представляют собой модифицированные рейсфедеры.

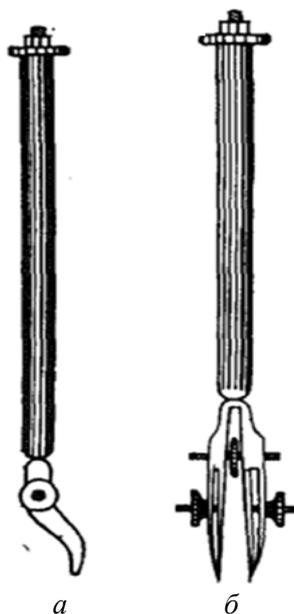


Рис. 1.3. Кривоножки:
а – одинарная; *б* – двойная

Створки перьев кривоножек имеют изогнутость и меньшую длину. Они крепятся с помощью резьбы на тонкий стержень (иглу), который вставляется в полый цилиндр, и по резьбе на втором конце стопорится с небольшим зазором гайкой и контргайкой. Створки пера кривоножки должны отвечать тем же требованиям, что и створки рейсфедера, а стержень с пером – легко вращаться в цилиндре.

Кронциркуль (падающий рейсфедер) служит для вычерчивания окружностей радиусом до 5 мм (рис. 1.4). Он состоит из полого цилиндра, один конец которого имеет форму конуса, иглы с рифленой шляпкой и ограничителями, вставляемых в цилиндр, и кругового рейсфедера со стальной пластинкой, прикрепляемого посредством муфты к цилиндру. Игла закрепляется в цилиндре при помощи гайки, расположенной между ограничителями. Для установки радиуса кружков рейсфедер кронциркуля имеет регулировочный винт.



Рис. 1.4. Кронциркуль

К кронциркулю предъявляются следующие требования:

- вращение цилиндра с рейсфедером вокруг иглы должно быть плавным;
- игла должна быть ровной и остро заточенной;
- острие иглы при черчении должно находиться против середины створок.

1.2. Чертежные материалы и принадлежности

Топографические карты и планы вычерчивают на чертежной бумаге. Она имеет хорошую прочность, плотность и белизну и выпускается в виде рулонов или листов размером 60×85 см (A1). Перед началом работ необходимо проверить качество бумаги, определить ее лицевую сторону черчением тушью на куске бумаги такого же качества.

Для копирования карт, чертежей используется прозрачная бумажная калька (восковка). Построение профилей, графиков и т. п. удобно выполнять на миллиметровой бумаге. На ней отпечатана цветная сетка квадратов со стороной 1 мм.

В топографических работах широко используются пластики – прозрачные заменители бумаги. Их достоинство – высокая прозрачность, низкий коэффициент деформации. Наиболее известные из них – хостафан, астралон, лавсан, майлар и др.

Для создания полевых оригиналов планов, рукописных карт, для различных разграфок применяют графитные карандаши. Они бывают твердыми и мягкими и соответственно обозначаются: российские – Т и М, зарубежные – Н и В (рис. 1.5). Цифры, стоящие перед буквой, обозначают степень твердости или мягкости: чем больше цифра, тем тверже или мягче карандаш. Для черчения на бумаге используют твердые карандаши 2Т–4Т (2Н–4Н), при работе на пластике – 4Т–6Т (4Н–6Н).



Рис. 1.5. Степень твердости карандашей

Закрепление рисунка, выполненного карандашом, вычерчивание по синим отпечаткам (синькам) выполняется черной или цветной тушью. Она выпускается в жидком виде – во флаконах и концентрированном – в тубиках (рис. 1.6). Более качественная – концентрированная тушь, которую разводят водой до необходимой концентрации.



а



б

Рис. 1.6. Тушь:
а – концентрированная; б – жидкая

Оформление тушью полевых и других оригиналов выполняют чертежными перьями, которые по сравнению с канцелярскими имеют меньшие размеры и более тонкие створки (рис. 1.7). Перья вставляются в специальные или канцелярские ручки. В ручке перо должно крепиться прочно. Для ряда графических работ, например, для надписей размером 5 мм и более, можно использовать канцелярские перья с мягкими створками.



Рис. 1.7. Чертежные перья

Прямые линии вычерчивают карандашом или рейсфедером с помощью линеек и треугольников. Линейки бывают деревянными, пластмассовыми и металлическими. Лучшие линейки – пластмассовые из оргстекла и металлические. Линейки для черчения должны быть ровными, без зазубрин. Для разбивки сетки квадратов при составлении топографических планов используют линейку Дробыше-

ва или ЛТ (линейка топографическая). Для точных штриховок при-меняют синусные линейки.

Треугольники предназначены для вычерчивания параллельных и перпендикулярных линий с помощью линеек с миллиметровыми делениями. Лучшими для выполнения таких работ являются прямо-угольные прозрачные пластмассовые треугольники с двумя другими углами в 30 и 60°.

Подбор и определение толщины линий и диаметра кружков вы-полняют с помощью пластиковой шкалы толщин (рис. 1.8), на ко-торой нанесены размеры в виде сплошных и двойных линий от 0,05 до 5 мм.

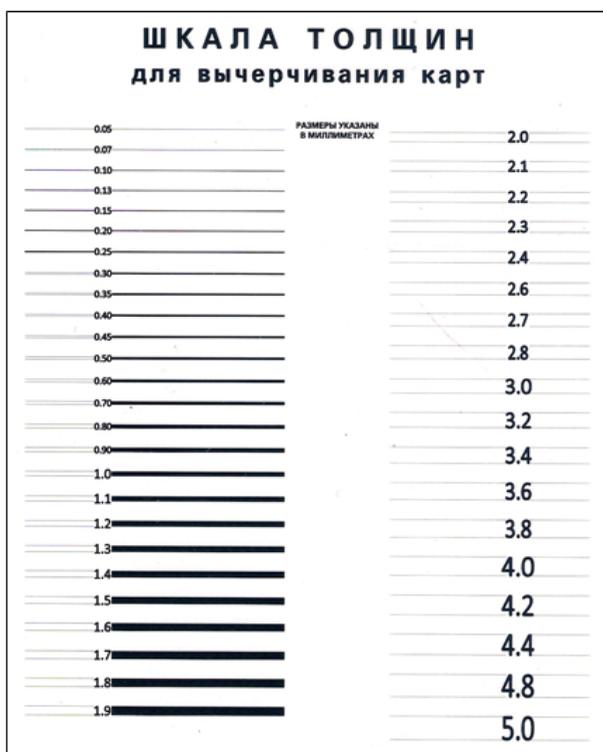


Рис. 1.8. Шкала толщин

Для фоновой закраски отдельных площадей (лесная растительность, гидрография и т. д.) на оригиналах используются акварель-

ные краски. Они бывают твердыми (в плитках) и концентрированными (в тюбиках), хорошо разводятся водой до нужной насыщенности. Раскраска выполняется кисточками, изготовленными из волос колонка, хорька, белки и др. Раскраску выполняют круглыми по форме кистями, которые различаются между собой размером (номером). В зависимости от величины и сложности формы контура используются кисти № 2–8.

При выполнении чертежных работ необходимы также другие вспомогательные принадлежности:

- пластиковые трафареты для разметки строчек и условных знаков в виде простейших геометрических фигур (их несложно изготовить);
- скальпель и лезвия для исправления работ вычерченных тушью;
- лупа, необходимая для оценки качества работ и вычерчивания мелких элементов условных знаков;
- стиральные мягкие резинки для удаления карандашных следов;
- тряпочка из хлопковой ткани для чистки от туши чертежных инструментов и перьев;
- чашечки или баночки для разведения акварельных красок.

2. ЧЕРЧЕНИЕ КАРАНДАШОМ

При составлении карт и планов и выполнении других чертежных работ вначале чертят карандашом, а затем закрепляют тушью. Поэтому чертежные работы, выполненные карандашом, должны иметь высокое качество.

Для черчения карандаш должен быть хорошо заточен. Длина стачиваемого древка составляет 2,5–3 см, а длина графитного стержня, освобожденного от древка должна быть 6–10 мм. Графитный стержень окончательно затачивают на мелкозернистой наждачной бумаге. Для топографо-геодезических работ лучше подходит конусовидная заточка (рис. 2.1).

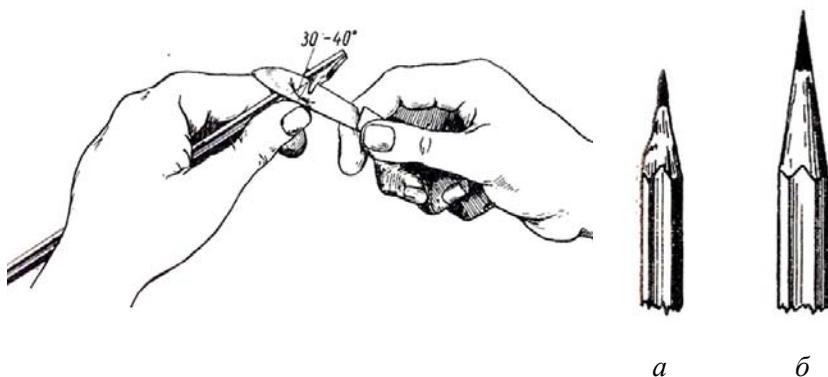


Рис. 2.1. Заточка карандаша:
а – неправильная; *б* – правильная

При работе карандаш держат тремя пальцами: указательным, средним и большим. Сильно сжимать карандаш не следует.

Карандаши в топографическом черчении используются для двух видов работ – для разметки и чертежей в карандаше, выполняемых под линейку или от руки.

Разметка под линейку выполняется тонкими линиями твердыми карандашами (3Т–4Т) со слабым нажимом и после вычерчивания работы аккуратно убирается стиральной резинкой.

Линии чертежа в карандаше должны быть более сочными и требуемой толщины, поэтому они вычерчиваются со средним нажатием более мягкими карандашами (Т–3Т).

При черчении под линейку карандаш держат вертикально в плоскости вычерчиваемой линии с небольшим наклоном в сторону движения. Линии с помощью линейки чертят слева направо, не вращая карандаш. Для получения утолщенных линий (0,4 мм и более) вначале с необходимым интервалом проводят две тонкие (волосковые) линии, а затем этот просвет затушевывается от руки.

Работа карандашом от руки требует навыка, который можно получить только путем тренировки. Тонкие (0,15 мм) прямые и кривые линии от руки вычерчивают способом наращивания штриха на себя. Длина вычерчиваемых штрихов составляет 1–2 мм, при этом каждый новый штрих не присоединяется к предыдущему, а перекрывает его примерно на 1/3 длины.

При вычерчивании от руки утолщенной линии (0,3–0,4 мм) вначале ее небольшую часть наращивают тонкими штрихами слева, а затем утолщают наращиванием штрихами с правой стороны. При толщине линии 0,5 мм и более вначале способом наращивания вычерчивают две тонкие линии с заданным просветом, который затем затушевывается карандашом от руки. Толщины всех вычерченных линий чертежа, кроме разметочных, должны постоянно контролироваться путем прикладывания к ним прозрачной шкалы толщин линий.

Построение прямоугольных рамок является первым действием при выполнении чертежных работ. Относительно них размещают все другие элементы чертежа. Поэтому рамка должна быть построена и вычерчена точно. Используют два способа построения рамок.

1. С помощью линейки и прямоугольного треугольника (рис. 2.2) на бумаге прочерчивают линию, параллельную линии одной из сторон листа. На ней откладывают отрезок, равный стороне прямоугольника (d_{AB}). Затем к этим точкам (вершинам прямоугольника) прикладывают треугольник одним из катетов, а по другому катету откладывают длину противоположных сторон (d_{AC} и d_{BD}). Все вершины соединяют прямыми линиями и проверяют точность построения прямоугольника путем измерения его сторон и диагоналей. Точность построения во многом зависит от точности прямого угла треугольника.

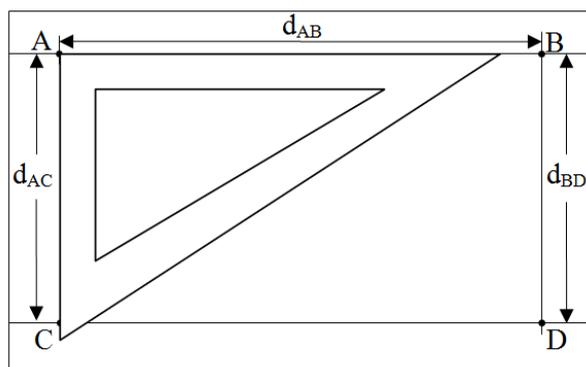


Рис. 2.2. Построение прямоугольной рамки с помощью линейки и прямоугольного треугольника

2. С помощью измерителя и линейки (рис. 2.3) тонкими линиями по линейке соединяют вершины противоположных диагональных углов чертежного листа. На них от точки пересечения диагоналей O откладывают измерителем одинаковые отрезки (d_{OA} , d_{OB} , d_{OC} , d_{OD}). Точки наколов соединяют прямыми линиями, которые и образуют прямоугольник. Для получения прямоугольника заданного размера на его сторонах или их продолжении откладывают недостающие или уменьшают первоначально полученные отрезки. После вычерчивания прямоугольника заданных размеров следует проверить все его стороны и диагонали.

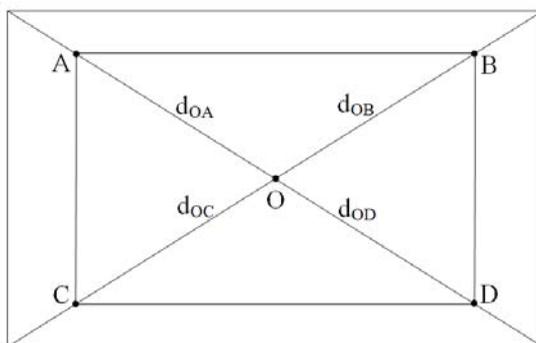


Рис. 2.3. Построение прямоугольной рамки с помощью измерителя и линейки

2.1. Упражнения карандашом

Для выполнения упражнений необходимы следующие инструменты, материалы и принадлежности: чертежная бумага, карандаши 2Т–4Т, линейка с миллиметровыми делениями, прямоугольный треугольник, циркуль-измеритель, шкала толщин линий, перочинный нож или скальпель, мелкозернистая наждачная бумага, стиральная резинка (ластик).

2.1.1. Вычерчивание тонких сплошных и пунктирных линий

Содержание и указания. На чертежной бумаге $\frac{1}{2}$ формата А4 строится вспомогательный прямоугольник размером 80×150 мм.

Его делят на два: размером 80×70 мм с интервалом в 10 мм между ними. В левом прямоугольнике с помощью линейки и треугольника вычерчивают с интервалом в 8 мм тонкие (0,15 мм) сплошные линии, а в правом – штрихпунктирные. Промежутки и длина штрихов указываются преподавателем на занятиях. Размечают эти линии циркулем-измерителем или выдерживают на глаз. Общая рамка толщиной 0,5–0,6 мм строится с интервалом в 10 мм от чертежной работы. Образец работы представлен в прил. 1.

Требования: линии должны быть сочными, одинаковой толщины 0,15–0,05 мм.

2.1.2. Выполнение разграфок различной сложности

Указания. На чертежной бумаге формата А4 строят прямоугольник 180×120 мм, в котором проверяют равенство диагоналей и противоположных сторон ($\Delta L = \pm 0,05$ мм). Затем прямоугольник делят на шесть квадратов со стороной 60 мм. Внешние стороны первых четырех квадратов (их номера даны цифрами в кружках) делят на шесть равных частей. В них проводят вертикальные линии, во втором, третьем и четвертом – горизонтальные. В третьем квадрате чертят диагонали с наклоном влево, а в четвертом – вправо.

В пятом квадрате проводят диагонали и на отрезке ao , начиная с вершины, микроизмерителем накалывают точки через 5 мм. Через эти точки параллельно сторонам квадрата ad и ac с помощью линейки и треугольника проводят линии до пересечения с диагональю cd . Через полученные точки пересечения проводят линии параллельно сторонам cb и db до пересечения с диагональю ab . Если размеры квадрата точные и линии проведены параллельно, то они пересекутся на отрезке ob . Образец работы представлен в прил. 2.

Требования: линии чертежной разграфки, в том числе и стороны квадрата, должны быть сочными, одинаковой толщины $0,15 \pm 0,05$ мм.

2.1.3. Черчение карандашом от руки прямых, кривых и утолщенных линий

Указания. На чертежной бумаге формата А4 строят вспомогательный прямоугольник размером 180×120 мм, который делят на шесть равных квадратов со стороной 60 мм. В первых двух квадратах тонкими вспомогательными линиями дается квадратная разграфка через 10 мм.

В первом квадрате через клеточку в шахматном порядке чертят карандашом от руки способом наращивания штриха прямые и кривые (дуги) линии толщиной 0,15 мм.

Во втором квадрате также способом наращивания чертят утолщенные прямые и кривые линии, заполняя клетки в шахматном порядке. Толщины вычерчиваемых линий указаны с правой стороны квадрата.

В третьем квадрате тонкими вспомогательными карандашными линиями копируют глазомерно горизонтали. Затем их вычерчивают от руки методом наращивания штриха. Толщина всех горизонталей – 0,1 мм.

В четвертом квадрате глазомерно тонкими (0,1 мм) линиями из прил. 3 переносят реки, которые затем утолщают от истока к устью (толщина указана в приложении). Для правильного утолщения реку делят на примерно равные части через 0,1 мм толщины. Например, если толщина изменяется от 0,1 до 1 мм, то таких частей должно быть девять.

В пятом квадрате вначале копируют систему рек, а затем ее вычерчивают методом наращивания штриха, утолщая от истока к устью. Все истоки дают толщиной 0,1 мм, толщина в устье указана в прил. 3.

В шестом квадрате вычерчивают точки. Для первых двух строчек можно сделать разметку микроизмерителем. Последующие с малым интервалом следует вычерчивать глазомерно. Сами точки вычерчивают, вращая острие графита карандаша.

При выполнении этого упражнения необходимо постоянно использовать шкалу толщин. Образец работы представлен в прил. 3, все размеры указаны в мм.

Требования: стороны всех квадратов вычерчивают толщиной 0,25–0,30 мм; линии должны быть четкими и сочными, толщина должна соответствовать размерам, указанным в прил. 3.

3. РАБОТА ЧЕРТЕЖНЫМ ПЕРОМ

Чертежным пером выполняются многие мелкие и сложные по конфигурации условные знаки, надписи на полевых и составительских оригиналах, исправляются дефекты линий, вычерченных другими инструментами. Качество выполненной работы зависит от качества пера и умения владеть им.

Для черчения желательно иметь несколько ручек с перьями, имеющими свои особенности (разная толщина и упругость створок). Створки чертежного пера должны быть острыми и упругими, одинаковой длины и толщины, без просветов между ними. При необходимости их можно подправить на мелкой наждачной бумаге. Тушь набирают на спинку пера и не более чем до выреза, слегка касаясь поверхности туши (рис. 3.1).

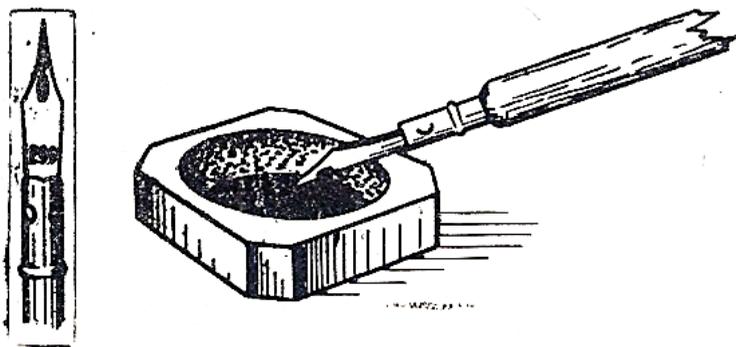


Рис. 3.1. Набор туши пером

Ручку с чертежным пером держат, как и при обычном письме или черчении карандашом, опираясь на мизинец и ребро ладони (рис. 3.2). При работе локти обеих рук должны лежать на столе. Периодически и перед набором туши перо прочищают от подсохшей туши влажным хлопчатобумажным лоскутом.

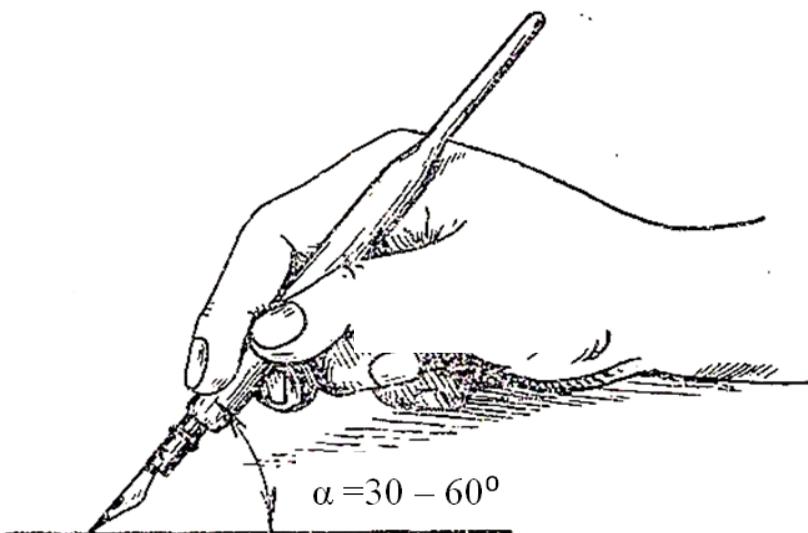


Рис. 3.2 Черчение пером. Правило пользования

В основе техники работы чертежным пером лежит способ наращивания штриха. Линию вычерчивают не длинными штрихами, а короткими (1–2 мм). При наращивании штриха перо двигают на себя, слегка касаясь им бумаги. Двигая от себя, штрих не чертят. При повторном движении на себя следующий штрих чертят не впритык к предыдущему, а перекрывают его примерно на $1/3$ длины и т. д. пока не будет вычерчена линия. Все движения должны быть плавными, а нажим на перо – очень легким. Линия, вычерченная пером, должна быть сочной, налитой и заданной толщины.

При вычерчивании кривых линий чертеж поворачивают так, чтобы перо двигалось всегда на себя. Точки чертят, слегка вращая кончик пера.

Линии толщиной 0,3–0,4 мм получают следующим образом: вначале наращиванием вычерчивают тонкую линию или ее часть, а затем утолщают ее с правой стороны.

Линии толщиной 0,5 мм и более получают вычерчиванием двух параллельных тонких (волосных) линий и заливкой тушью промежутка между ними. Толщину вычерчиваемых линий следует контролировать с помощью шкалы.

3.1. Упражнения чертежным пером

Необходимые материалы и принадлежности: чертежная бумага, тушь черная, ручки с чертежными перьями, карандаши 3Т–4Т, линейка с миллиметровыми делениями, прямоугольный треугольник, шкала толщин линий, скальпель или лезвие, резинка (ластик), влажный хлопчатобумажный лоскут.

3.1.1. Вычерчивание прямых и кривых линий разной толщины

Содержание и указания. На чертежной бумаге размером $\frac{1}{2}$ формата А4 карандашом строят вспомогательный треугольник размером 110×160 мм. В прямоугольнике с помощью линейки и прямоугольного треугольника делается тонкая карандашная разграфка. Расстояния между горизонтальными линиями составляет 5 мм, а вертикальными – 10 мм.

В полученных клеточках согласно прил. 4 способом наращивания штриха вычерчивают прямые, дугообразные и изогнутые кривые линии. Толщина линий в первых двенадцати строчках составляет 0,15 мм, для шести нижних – указана в прил. 4 слева. Интервал между линиями (для утолщенных – между осями линий) приблизительно 2 мм, его следует выдерживать глазомерно. Все клеточки, в том числе и с удлиненными линиями или кривыми, заполняют в шахматном порядке. Образец работы представлен в прил. 4, все размеры указаны в мм.

Требования: при вычерчивании прямых следует выдерживать их прямолинейность и вертикальность; кривые линии должны иметь одинаковый радиус кривизны; утолщенные прямые и кривые штрихи должны иметь ровные края, и их толщины должны соответствовать указанным размерам.

3.1.2. Вычерчивание рельефа и гидрографии

Указания. Вычерчивание рельефа, изображаемого горизонталями, и гидрографии – следующий этап в освоении техники черчения пером способом наращивания штриха. Упражнение выполняется на синих отпечатках (синьках), а при их отсутствии делают копию твердым карандашом с прил. 5.

В первых четырех квадратах вычерчивают горизонтали толщиной 0,12–0,13 мм. Утолщенные горизонтали на синьках указаны крестиками, их толщина должна быть 0,25 мм. Рекомендуется вначале вычерчивать утолщенные горизонтали, чтобы избежать ошибок. При изменении направления горизонталей чертежный лист поворачивают так, чтобы черчение постоянно выполнялось наращиванием штриха на себя.

В прямоугольниках 5 и 6 вычерчивают гидрографию. Береговая линия рек, изображаемых двойной линией, вычерчивается толщиной 0,1 мм. Истоки всех рек даются толщиной 0,1 мм, а толщина в устье указана на отпечатке. Для вычерчивания утолщающихся рек делят их на примерно равные части по числу утолщений в 0,1 мм. Следует знать, что толщина устьев притоков не должна быть больше толщины основной реки (в месте их слияния). Вычерчивание утолщающихся участков рек должно постоянно контролироваться шкалой толщины линий. Образец работы представлен в прил. 5.

Требования: все линии должны быть хорошего качества и соответствовать указанным размерам; утолщение рек должно быть постепенным и правильным.

4. ЧЕРЧЕНИЕ РЕЙСФЕДЕРОМ

Перед началом работы рейсфедер необходимо рассмотреть под лупой с целью оценки качества заточки и наличия дефектов. Его створки должны иметь равную длину, быть овальными с радиусом закругления 0,3–0,4 мм и хорошо заточенными.

Заправляют рейсфедер тушью полоской тонкой бумаги или пластикой. Можно также использовать чертежное перо, аккуратно вставляя его с тушью между створками. Количество туши, набираемой в рейсфедер, необходимо соизмерять с длиной и толщиной вычерчиваемой линии. Не следует набирать слишком много туши, так как она под тяжестью может проливаться и испортить чертёж.

Рейсфедер держат тремя пальцами: большим, указательным и средним, при этом средний палец находится на выемке створки. Линии рейсфедером чертят под линейку. Его держат вертикально в плоскости вычерчиваемой линии с небольшим наклоном в сторону движения (наклон сохранять постоянным). Прочерчивать линию надо не спеша, с легким нажимом на рейсфедер. Мизинец руки с

рейсфедером должен передвигаться по линейке. Следует знать, что линейку кладут от карандашной линии на некотором расстоянии, учитывая высоту грани линейки и толщину створок рейсфедера (рис. 4.1).

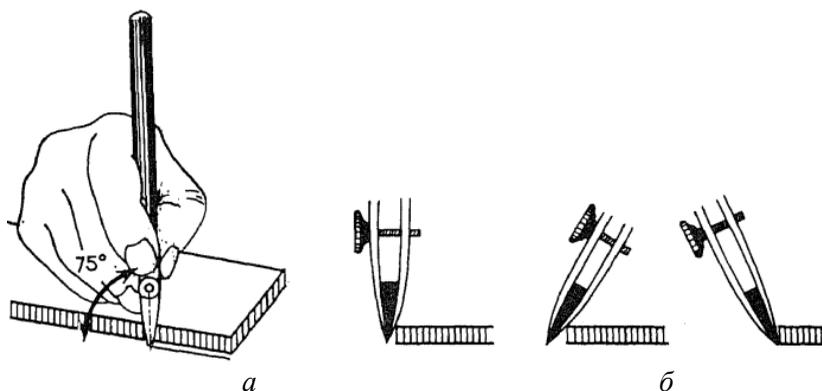


Рис. 4.1. Положение рейсфедера при черчении:
а – правильное; *б* – неправильное

Толщина линии подбирается вычерчиванием пробных линий с помощью шкалы толщин. Бумага для пробы должна быть того же качества, что и бумага выполняемого чертежа. При работе не следует поворачивать рейсфедер вокруг своей оси и сильно прижимать створки к линейке.

Когда тушь в рейсфедере израсходована или перестает сходиться со створок, его необходимо прочистить влажной тряпочкой. После окончания работы и при перерывах инструмент следует тщательно прочистить.

4.1. Упражнения рейсфедером

Необходимые инструменты, материалы и принадлежности: рейсфедер, чертежная бумага, черная тушь, ручка с чертежным пером, линейка, прямоугольный треугольник, измеритель, карандаш 3Т, скальпель или лезвие, влажный хлопчатобумажный лоскут.

4.1.1. Вычерчивание шкалы толщин и прерывистых линий

Указания. На чертежной бумаге размером $\frac{1}{2}$ формата А4 тонкими карандашными линиями строят прямоугольник размером 110×150 мм. С помощью прямоугольного треугольника и линейки с миллиметровыми делениями или измерителем, начиная от верхней стороны построенного прямоугольника, параллельно ей через 10 мм выполняется карандашная разграфка.

По этим линиям, включая и верхнюю сторону прямоугольника, рейсфедером под линейку чертят сплошные линии с наращиванием толщины последующей на 0,1 мм, то есть толщина первой линии – 0,1 мм, второй – 0,2 мм и т. д. Последняя двенадцатая линия шкалы будет иметь толщину 1,2 мм. Линии толщиной более одного миллиметра получаются более качественными, если по разметке микроизмерителем вначале проводят две параллельные линии толщиной 0,3–0,4 мм, а затем заливают промежуток между ними чертежным пером или рейсфедером. Подбор толщин линий выполняется с помощью шкалы толщин.

Последние четыре линии, включая и нижнюю сторону вспомогательного прямоугольника, вычерчивают пунктирами. Длина и толщина их, интервалы между ними указаны в прил. 6 в мм. Для первых двух прерывистых линий перед вычерчиванием их тушью рекомендуется сделать карандашную разметку. С целью развития глазомера два других линейных пунктира можно чертить на глаз. Образец работы представлен в прил. 6.

Требования: линии должны быть «налитыми» с ровными краями и соответствовать указанной толщине.

4.1.2. Вычерчивание штриховок разной сложности

Указания. На листе чертежной бумаги формата А4 тонкими карандашными линиями строится прямоугольник размером 180×120 мм. Этот прямоугольник вспомогательными карандашными линиями делит на шесть квадратов со стороной 60 мм.

Стороны квадратов вычерчивают тушью, толщина линий – 0,3 мм. Внутри квадратов рейсфедером выполняются штриховки с помощью прямоугольного треугольника и линейки с миллиметровыми делениями или синусных линеек. Штриховки всех квадратов чертят

«налитыми» линиями толщиной 0,1 мм. Интервалы между линиями штриховки даны ниже. Порядок выполнения упражнений по квадратам указан цифрами в окружностях.

В первом квадрате штриховка представляет собой параллельные линии, проведенные через 2 мм.

Во втором квадрате от диагонали вправо рейсфедером проводят линии через 1 мм, а влево – через 3 и 1,5 мм.

В третьем квадрате параллельными линиями с интервалом в 5 мм тушью вычерчивается сетка небольших квадратов. Затем по всей полученной сетке проводятся диагонали.

В четвертом квадрате штриховка вправо от диагонали представлена чередованием сплошных и пунктирных линий: расстояние между сплошными линиями – 2 мм, а между пунктирными и сплошными – 1 мм. Длина штрихов линейного пунктира – 2 мм, а интервал между ними – 1 мм. Влево от диагонали квадрата чередуются сплошные и двойные пунктирные линии. Расстояние между пунктирными линиями 1 мм, а между сплошными и пунктирными – 2 мм. Длина штрихов линейного пунктира – 4 мм, а интервал между ними – 1,5 мм.

В пятом квадрате параллельно северной и западной стороне вычерчивается сплошная квадратная штриховка с чередованием интервалов между линиями в 1 и 4 мм.

В шестом квадрате вначале карандашом строят две прямоугольные фигуры (размеры приведены в прил. 7). Их обводят рейсфедером с толщиной линии 0,3 мм. Затем внутри фигур с интервалом в 1 мм вычерчивают сплошные диагональные штриховки: в верхней – одна, в нижней – две. Образец работы представлен в прил. 7.

Требования: все линии штриховок должны быть тонкими (0,1 мм) «налитыми» и параллельными друг другу согласно указанным интервалам.

5. ЧЕРЧЕНИЕ КРИВОНОЖКОЙ

Перед началом работы при помощи лупы необходимо проверить качество створок кривоножки (вращающегося рейсфедера). Они должны быть равными по длине, хорошо заточенными с радиусом овала 0,2–0,3 мм. Необходимо также отрегулировать зазор между

ручным (цилиндром) и вращающимся пером рейсфедера верхними гайками стержня.

В случае плохой вращаемости стержня надо проверить его прямолинейность, наличие на нем грязи и ржавчины и при их обнаружении прочистить его мелкозернистой наждачной бумагой. Кривоножку держат за нижнюю часть ручки большим, средним и указательным пальцем. Для лучшей устойчивости во время работы следует опираться на мизинец и локоть. Тушью или краской кривоножка заправляется так же, как и рейсфедер.

Толщина линии подбирается пробным черчением на бумаге того же качества, что и синий отпечаток, регулированием винтом интервала между створками и сравнением вычерчиваемой линии со шкалой толщин.

При вычерчивании линии кривоножка должна все время находиться перпендикулярно к поверхности бумаги, а черчение линии выполняется в любом направлении (рис. 5.1). Во время работы в поле зрения должны быть перо кривоножки и линия синего оттиска. Движение должно быть медленным, с легким нажимом, точно повторяя линии оттиска. На поворотах, крутых изгибах движение кривоножки следует замедлить, нажим на нее несколько усилить.

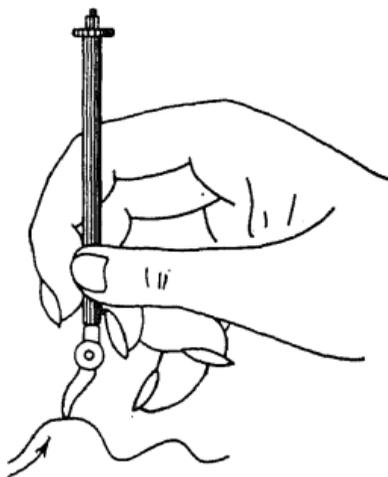


Рис. 5.1. Положение кривоножки при черчении

Если надо изменить положение руки, кривоножку приподнимают, затем, оставив небольшой разрыв, снова опускают на линию и чертят дальше. Места разрывов аккуратно соединяют чертежным пером.

5.1. Упражнения кривоножкой

Необходимые инструменты, материалы и принадлежности: кривоножка, тушь черная, ручка с чертежным пером, синий отпечаток (чертежная бумага), шкала толщин линий, прямоугольный треугольник, рейсфедер, линейка, скальпель или лезвие, ластик, влажный лоскут.

5.1.1. Вычерчивание кривых линий разной сложности, замкнутых линий, гидрографии и рельефа

Указания. С целью освоения техники работы кривоножкой это упражнение носит тренировочный характер.

На чертежной бумаге формата А4 с помощью прямоугольного треугольника и линейки необходимо построить прямоугольник размером 120×180 мм. Измерителем и линейкой разделить его на более мелкие прямоугольные фигуры согласно размерам, указанным в прил. 8. Далее необходимо карандашом скопировать с макетов (выдаются на занятиях) рисунок для всех фигур. Допускается глазомерный перенос рисунков тонкими карандашными линиями.

При работе тушью вначале рейсфедером вычерчивают все стороны прямоугольных фигур линиями толщиной 0,3 мм. Порядок вычерчивания всех линий в фигурах указан цифрами в окружностях. Толщина всех кривых и замкнутых линий, вычерчиваемых кривоножкой во всех прямоугольниках, исключая пятый, должны равняться 0,15 мм.

В пятом квадрате вычерчивается фрагмент речной сети. В прил. 8. указана толщина рек в устье и на выходе за рамку, их толщина в истоке равняется 0,1 мм. Все реки вычерчиваются с постепенным утолщением. Для этого каждую реку делят примерно на равные части в зависимости от ее толщины в устье. Начало реки вычерчивают линией толщиной 0,1 мм, следующую часть – 0,2 мм и т. д. Между вычерченными частями оставляют промежуток в 1,5–2 мм, который позже за-

правляют чертежным пером. Надо помнить, что устье притока должно быть вычерчено более тонкой линией в месте их слияния.

При черчении надо следить за вертикальным положением кривоножки. Образец работы представлен в прил. 8.

Требования: все линии должны иметь хорошее качество и быть выдержаны относительно указанной толщины; вычерченные линии должны совпадать с линиями синего оттенка (карандашными линиями); на изгибах кривых линий не должно быть углов.

5.1.2. Вычерчивание горизонталей кривоножкой

На синем отпечатке, а при его отсутствии на карандашной копии с макета (выдается на занятиях), вычерчиваются горизонталы. Горизонталы, помеченные крестиками, утолщенные, их вычерчивают вначале, чтобы избежать ошибок. Толщина их составляет 0,25 мм. Все остальные горизонталы вычерчивают толщиной 0,12–0,13 мм.

При черчении надо следить, чтобы линия, вычерчиваемая кривоножкой, совпадала с линией синего отпечатка или карандашной копии. Пример работы представлен в прил. 9.

Требования к работе те же, что и для предыдущего упражнения.

6. РАБОТА КРОНЦИРКУЛЕМ

Перед работой следует проверить заточку кронциркуля, а также другие требования, предъявляемые к нему (см. п. 1.1).

Перо рейсфедера заполняется тушью полоской пластика или чертежным пером. Винтом створок рейсфедера устанавливается толщина линии, а регулировочным – диаметр кружка. Опробование установленной толщины и диаметра выполняется на бумаге такого же качества, что и чертеж, с помощью шкалы толщин или измерительной лупы.

При черчении кронциркуль держат большим и средним пальцем за верхнюю часть вращающегося цилиндра с рейсфедером. Указательный палец находится на шляпке иглы. Острие иглы ставят вертикально в нужную точку, затем опускают вращающийся цилиндр с рейсфедером на бумагу и вращают его большим и средним пальцем по ходу часовой стрелки. Вращение должно быть плавным и медленным (рис. 6.1).

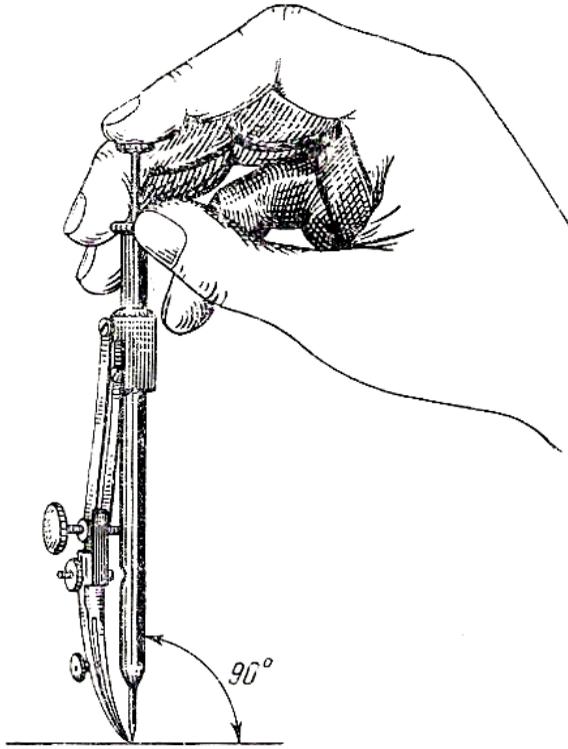


Рис. 6.1. Положение кронциркуля при черчении

Достаточно одного поворота, но если окружность получилась недостаточно хорошего качества, можно сделать второй. Нельзя вращать инструмент очень быстро и многократно.

6.1. Упражнения кронциркулем

Необходимые инструменты, материалы и принадлежности: кронциркуль, чертежная бумага, черная тушь, ручка с чертежным пером, линейка, прямоугольный треугольник, измеритель, карандаш 2 –3Т, скальпель или лезвие, ластик, влажный хлопчатобумажный лоскут.

6.1.1. Вычерчивание окружностей малого диаметра

Указания. На чертежной бумаге размера $\frac{1}{2}$ формата А4 построить в карандаше вспомогательный прямоугольник размером 100×150 мм. С помощью измерителя или прямоугольного треугольника и линейки разбить его на квадраты со стороной 10 мм. На пересечениях линий прямоугольной сетки вычертить окружности, диаметр которых указан в прил. 10 в мм. Толщина линий всех окружностей должна быть равна 0,1 мм. Пример работы представлен в прил. 10.

Требования: все окружности должны быть правильной формы и указанных размеров; линии окружностей должны иметь хорошее качество.

7. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ШРИФТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНАХ И КАРТАХ

Шрифтом называется графическое начертание букв и цифр. Шрифты, которые применяются на топографических планах и картах, называются **картографическими**. При оформлении топографических карт и планов используется от 5 до 15 гарнитур картографических шрифтов. Группа шрифтов разных видов, имеющих одинаковое начертание, единый стиль и оформление, называется **гарнитурой**.

В зависимости от ряда графических признаков картографические шрифты подразделяются на группы:

- по наклону букв – прямые (обыкновенные) и наклонные;
- ширине букв – узкие, нормальные и широкие;
- жирности – остовные, светлые, полужирные и жирные;
- наличию подсечек.

На рукописных оригиналах топографических карт и планов в основном используют два вида остовных шрифтов: топографический (волосной) и остовный курсив.

Топографический (волосной) шрифт вычерчивается толщиной линии 0,1–0,15 мм, все элементы букв – тонкие волосные линии (рис. 7.1). В основе топографического (волосного) шрифта исполь-

зован шрифт Т–132, который применяется для подписи населенных пунктов сельского типа.



Рис. 7.1. Топографический (волосной) шрифт

Остовный курсив (рис. 7.2) применяется при оформлении оригиналов топографических, сельскохозяйственных карт, землеустроительных планов и т. д. В основе остовного курсива – шрифт БСАМ курсив, выполненный тонкими (волосными) элементами. При оформлении топографических карт и планов остовный курсив применяется для подписи вторых названий и надписей за рамками листов гидрографических объектов, объектов ландшафта, почв и грунтов, а также пояснительных подписей характеристик видов объектов.

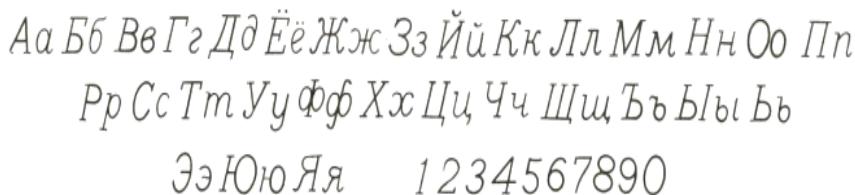


Рис. 7.2. Остовный курсив

Вычислительный шрифт, или скорописное письмо цифр, принадлежит к группе рукописных шрифтов (рис. 7.3). Был разработан для записей в полевых журналах и вычислительных ведомостях, поскольку в геодезии многие процессы полевых и камеральных работ были связаны с записью результатов инструментальных измерений и их математической обработкой.

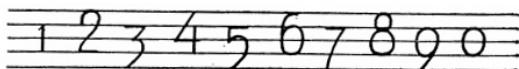


Рис. 7.3. Вычислительный шрифт

Современные компьютерные технологии обеспечивают широкий, практически не ограниченный выбор шрифтов разного вида, размера, рисунка и наклона.

7.1. Упражнения написания картографических шрифтов

Необходимые инструменты, материалы и принадлежности: чертежная бумага, черная тушь, ручка с чертежным пером, линейка, прямоугольный треугольник, карандаш 2 –3Т, скальпель или лезвие, ластик, влажный хлопчатобумажный лоскут.

7.1.1. Вычерчивание вычислительного шрифта

Скоропись – это манера письма, которая характеризуется прежде всего тем, что буквы и цифры выполняются от руки быстро, четко, разборчиво. Для приобретения навыка в написании скорописных цифр необходимо освоить последовательность исполнения их по отдельным элементам, поэтому работа выполняется карандашом. На чертежной бумаге размера $\frac{1}{2}$ формата А4 необходимо построить в карандаше вспомогательный прямоугольник размером 100×150 мм. Приступая к вычерчиванию того или иного шрифта, необходимо на листе бумаги выполнить разграфку строк. Она выполняется с помощью линейки хорошо очиненным карандашом (3Т или 4Т).

Для написания применяется прямой шрифт. Для упражнения высоту строчных букв примем 3 мм, заглавных – в два раза больше. Размер цифр задается высотой единицы (двойной шириной строки). Ширину строки примем 1 мм. Все остальные цифры пишут на $\frac{1}{3}$ больше единицы. При этом четные цифры выступают на $\frac{1}{3}$ строки вверх, а нечетные – на $\frac{1}{3}$ вниз.

Пример построения прописных и строчных букв, цифр, а также деталей некоторых букв, показан в прил. 11.

7.1.2. Написание шрифта БСАМ курсив остовный

На синем отпечатке, где нанесена разграфка строк, вычерчивают курсив остовный. Шрифт выполняется с наклоном, равным 1:3, вправо, следовательно, разграфка выполнена с соответствующим наклоном. Конструкция букв имеет ярко выраженную овальную форму.

Все элементы букв одинаковой толщины, равной $1/16$ высоты для прописных букв и цифр и $1/12$ высоты – для строчных букв. Высота прописных букв в зависимости от важности объектов на топографических картах и планах колеблется от 2 до 3 мм. Высота строчных букв в полтора раза меньше прописных. Для упражнения высоту прописных букв примем 8 мм.

Соотношение ширины и высоты буквы этого шрифта составляет $3/5$, что соответствует группе нормальных букв таких, как Н, П, И. Буквы Жж, Мм, т, Фф, Х, Шш, Щщ, Ыы, Юю в 1,5–2 раза шире, чем нормальные.

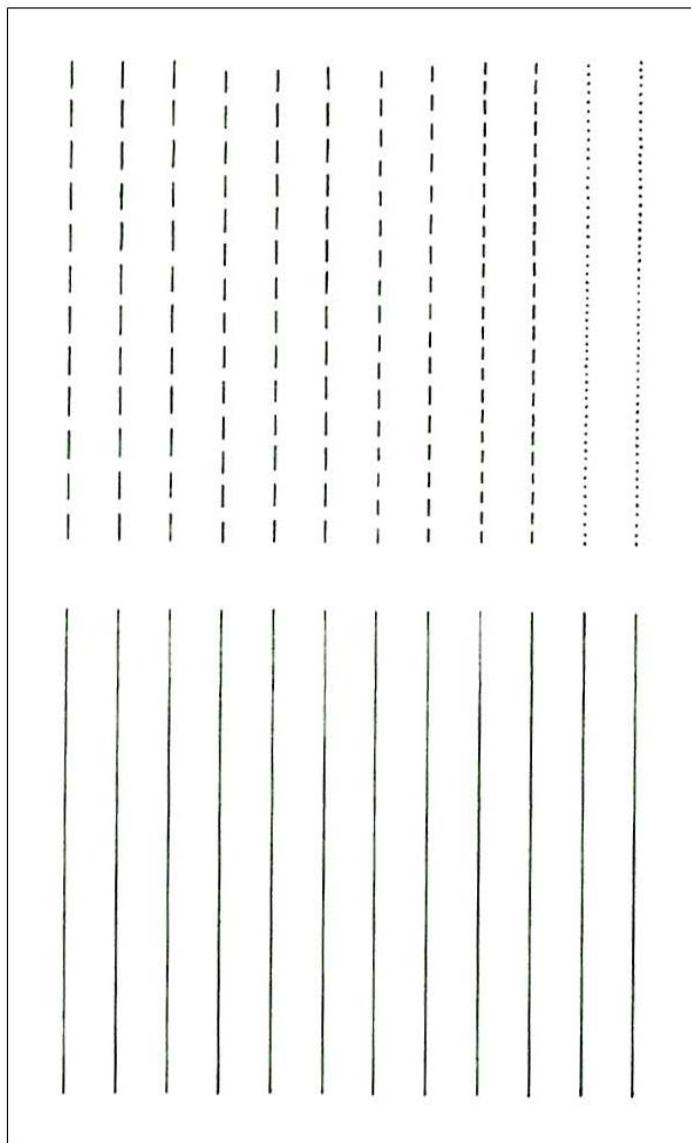
Особенностью этого шрифта является наличие подсечек и закруглений. В строчных буквах подсечки выступают в левую сторону на две, а в прописных – на полторы толщины основного элемента в обе стороны. Исключением являются прописные буквы А и Х, у которых из-за особого наклона их элементов подсечки делаются в обе стороны на одну толщину основного элемента.

Пример построения прописных и строчных букв, цифр и надписей, а также деталей некоторых букв, показан в прил. 12.

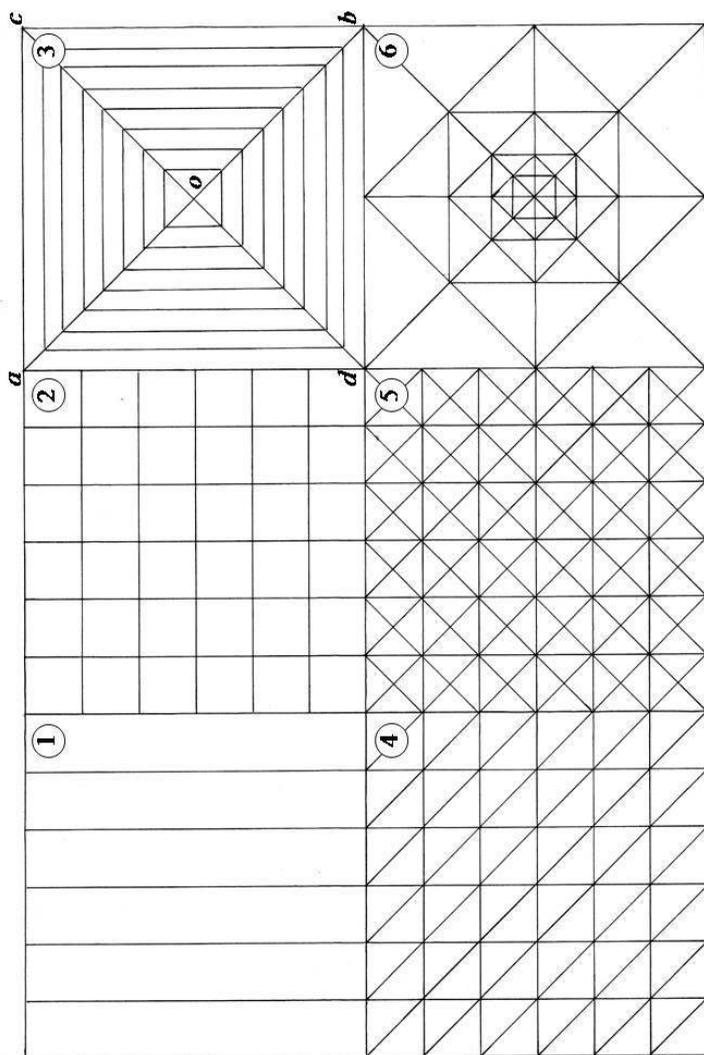
ЛИТЕРАТУРА

1. Топографическое черчение: учебник для вузов / Н. Н. Лосяков [и др.]; под ред. Н. Н. Лосякова. – М. : Недра, 1986. – 325 с.
2. Федорченко, М. В. Землеустроительное черчение / М. В. Федорченко, В. П. Раклов. – М. : Недра, 1991. – 336 с.
3. Колосова, Н. Н. Картография с основами топографии: учебное пособие для вузов / Н. Н. Колосова, Е. А. Чурилова, Н. А. Кузьмина. – М. : ООО «Дрофа», 2006. – 272 с.
4. Топографическое черчение: учебно-методическое пособие / А. П. Карпик [и др.]; под общ. ред. Д. В. Лисицкого. – 2 изд. – Новосибирск: СГГА, 2011. – 81 с.
5. Лебедев, К. М. Топографическое черчение / К. М. Лебедев. – М. : Недра, 1987. – 382 с.
6. Топографическое черчение: практикум / Н. М. Биктимирова [и др.]. – М. : МИИГАиК, 2007. – 147 с.
7. Симонин, С. И. Инженерно-топографическое черчение и наглядные изображения: учебное пособие для вузов / С. И. Симонин. – М. : Недра, 1979. – 192 с.

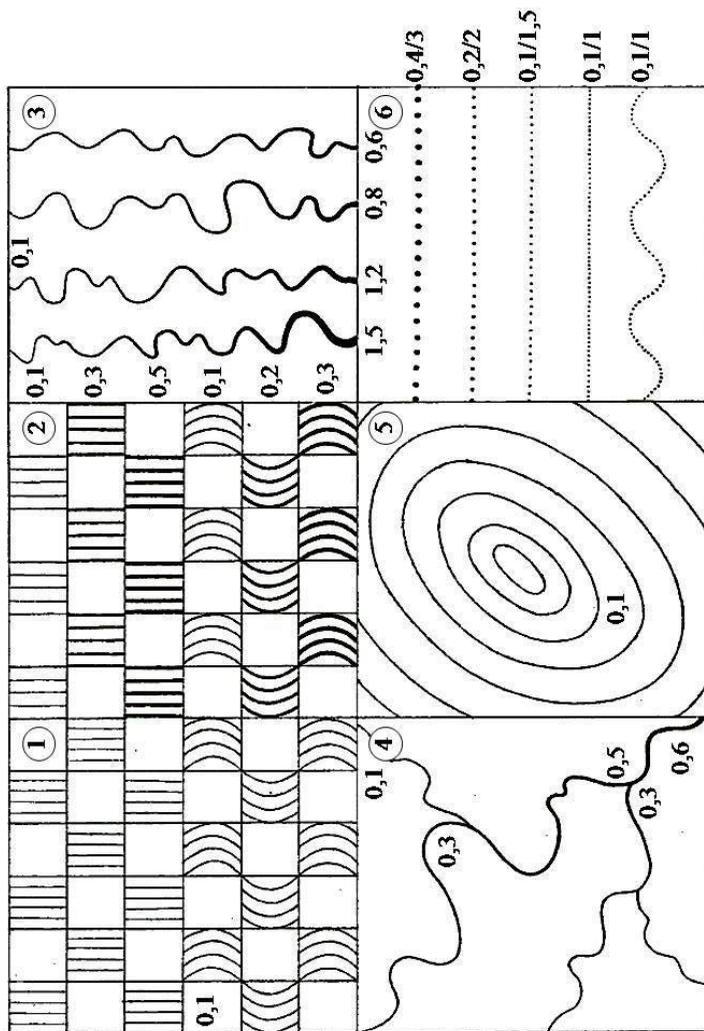
Работа карандашом



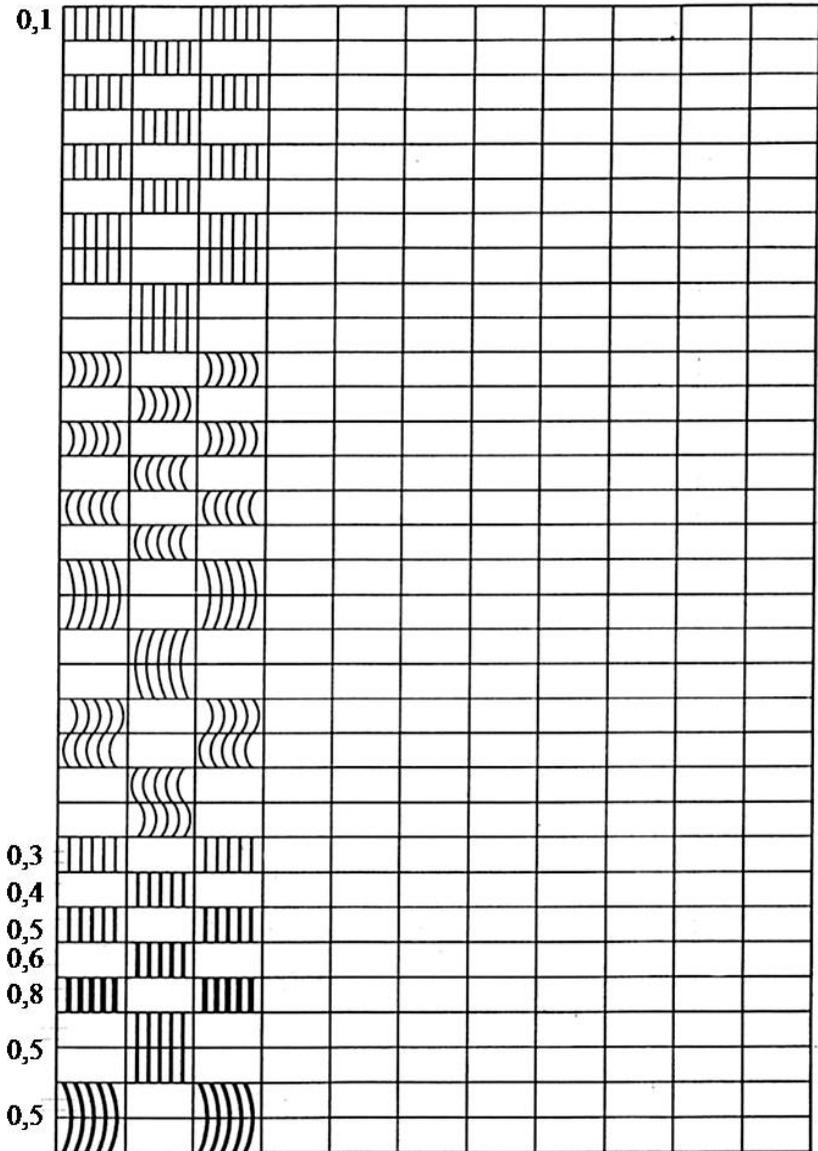
Работа карандашом



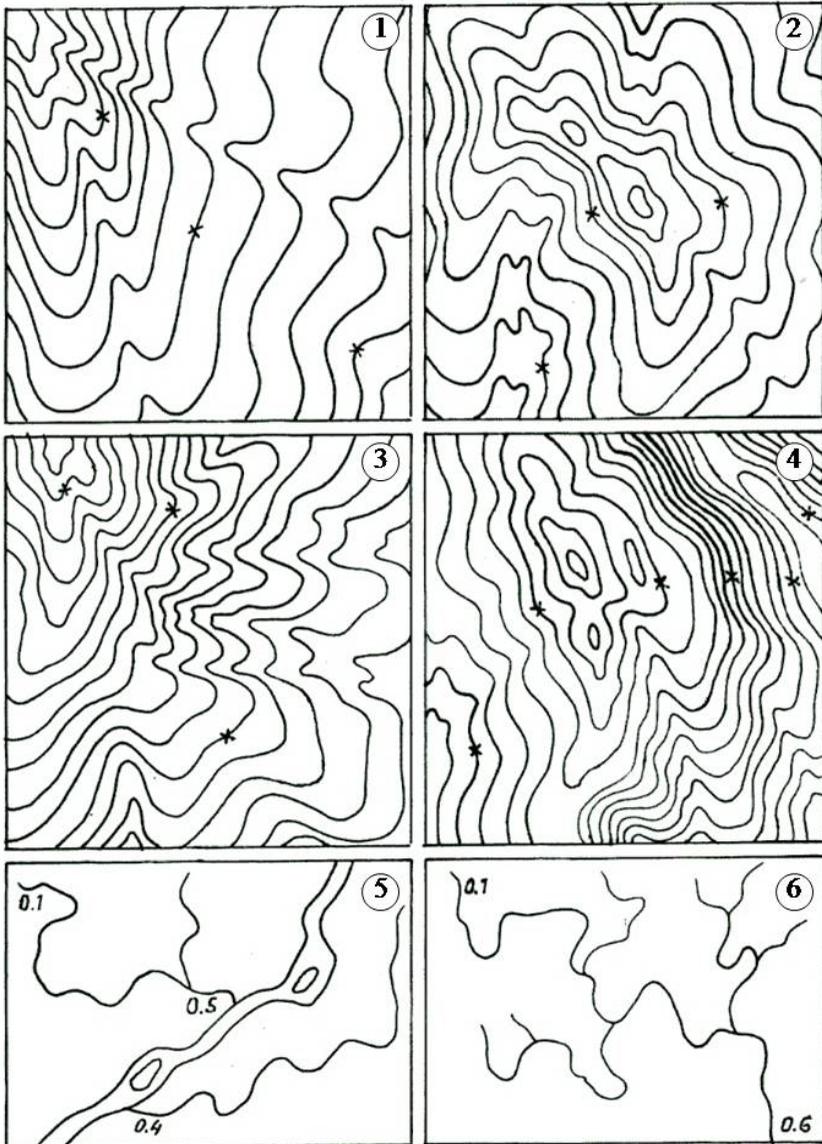
Работа карандашом



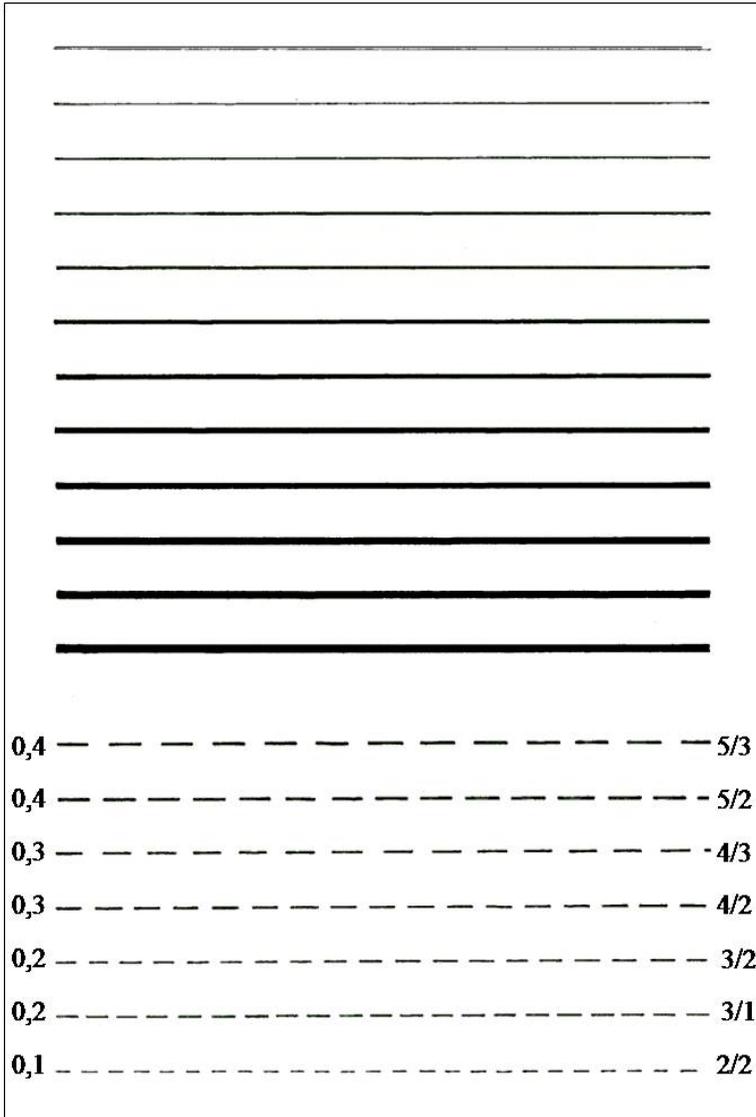
Работа пером



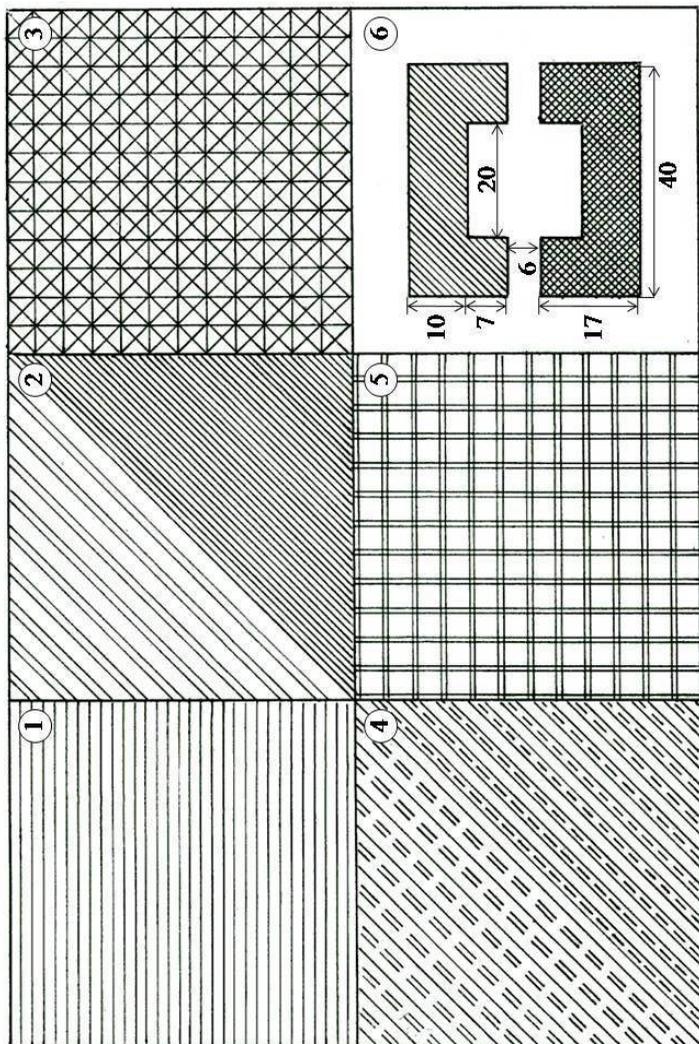
Работа пером



Шкала толщин

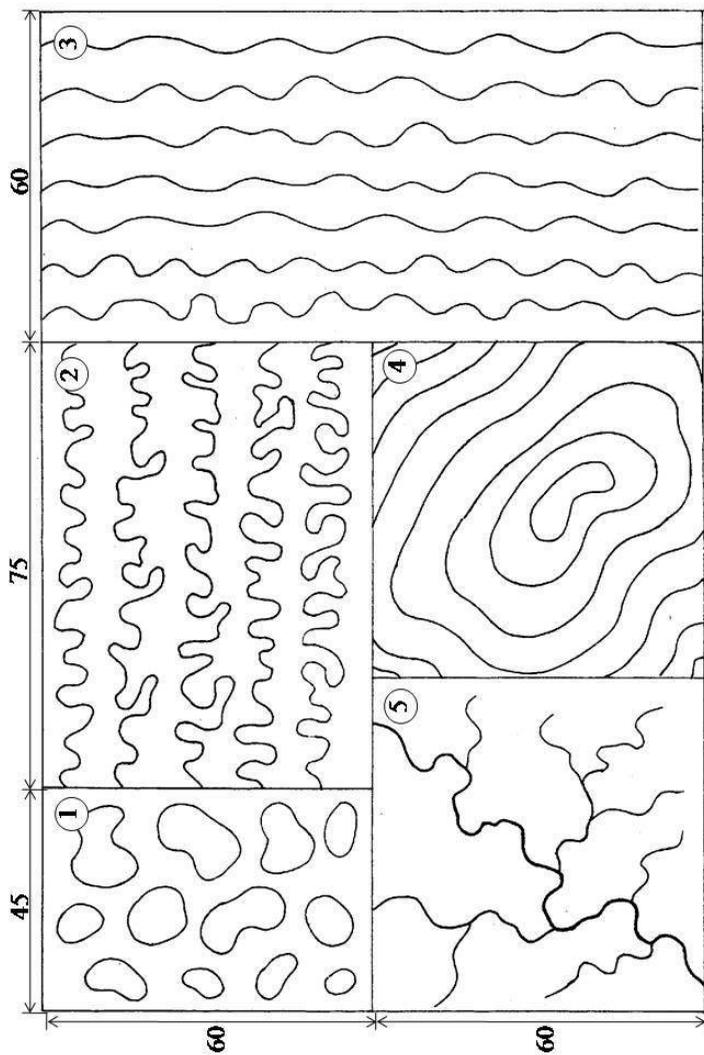


Работа рейсфедером



ПРИЛОЖЕНИЕ 8

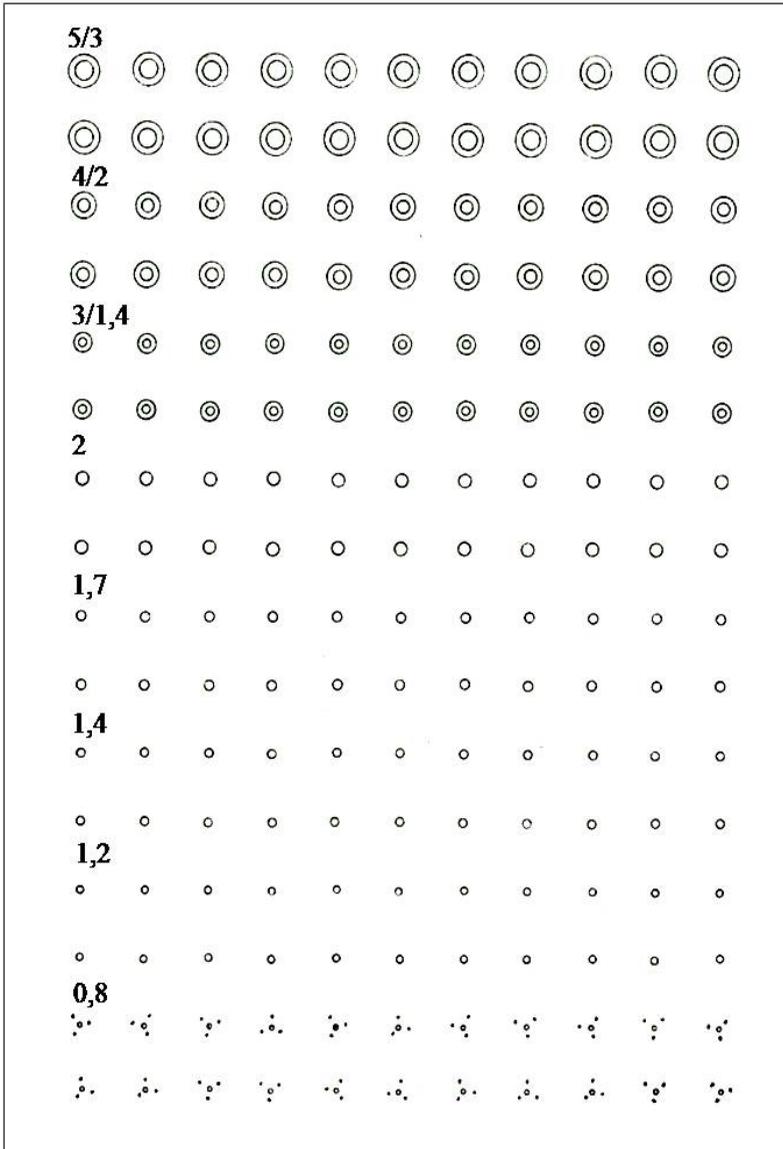
Работа кривоножкой



Работа кривоножкой



Работа кронциркулем



Вычислительный шрифт

Вычислительный шрифт

А Б В Г Д Е Ж З И К Л М Н О П Р С Т У Ф Х Ц
 Ч Ш Щ Ъ Ы Ь Э Ю Я

а б в г д е ж з и к л м н о п р с т у ф х ц щ ъ ы ь э ю я

Вычисление теоретического хода. Азимутный пункт. Сигналы.



6 017 804,4	295°38'16"	295,6
7 834,2	160°23'45"	183,1
7 674,0	495°20'58"	140,4
7 583,7	67°06'34"	399,2
6 903,5	18°49'05"	293,1

БСАМ курсив остовный (Бо 2)

ПНЦГЕТШ ИМАХ ЧРЫБВЯЪ

учя ОСЭЮЗФ ДЛУКЖ КЛМ

пнцишт обд севэззхъ аюрфыж

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0 2

Факультет транспортных коммуникации

Белорусский национальный технический университет. Кафедра инженерной геодезии

СОДЕРЖАНИЕ

1. ЧЕРТЕЖНЫЕ ИНСТРУМЕНТЫ, МАТЕРИАЛЫ И ПРИНАДЛЕЖНОСТИ	3
1.1. Чертежные инструменты	3
1.2. Чертежные материалы и принадлежности	7
2. ЧЕРЧЕНИЕ КАРАНДАШОМ	10
2.1. Упражнения карандашом	13
2.1.1. Вычерчивание тонких сплошных и пунктирных линий ...	13
2.1.2. Выполнение разграфок различной сложности	14
2.1.3. Черчение карандашом от руки прямых, кривых и	15
утолщенных линий	15
3. РАБОТА ЧЕРТЕЖНЫМ ПЕРОМ	16
3.1. Упражнения чертежным пером	18
3.1.1. Вычерчивание прямых и кривых линий разной толщины	18
3.1.2. Вычерчивание рельефа и гидрографии	18
4. ЧЕРЧЕНИЕ РЕЙСФЕДЕРОМ	19
4.1. Упражнения рейсфедером	20
4.1.1. Вычерчивание шкалы толщин и прерывистых линий	21
4.1.2. Вычерчивание штриховок разной сложности	21
5. ЧЕРЧЕНИЕ КРИВОНОЖКОЙ	22
5.1. Упражнения кривоножкой	24
5.1.1. Вычерчивание кривых линий разной сложности, замкнутых линий, гидрографии и рельефа	24
5.1.2. Вычерчивание горизонталей кривоножкой	25
6. РАБОТА КРОНЦИРКУЛЕМ	25
6.1. Упражнения кронциркулем	26
6.1.1. Вычерчивание окружностей малого диаметра	27
7. КАРТОГРАФИЧЕСКИЕ ШРИФТЫ, ПРИМЕНЯЕМЫЕ НА ТОПОГРАФИЧЕСКИХ ПЛАНАХ И КАРТАХ	27
7.1. Упражнения написания картографических шрифтов	29
7.1.1. Вычерчивание вычислительного шрифта	29
7.1.2. Написание шрифта БСАМ курсив остовный	30
ЛИТЕРАТУРА	31
Приложение 1. Работа карандашом	32
Приложение 2. Работа карандашом	33
Приложение 3. Работа карандашом	34
Приложение 4. Работа пером	35

Приложение 5. Работа пером	36
Приложение 6. Шкала толщин.....	37
Приложение 7. Работа рейсфедером	38
Приложение 8. Работа кривоножкой	39
Приложение 9. Работа кривоножкой	40
Приложение 10. Работа кронциркулем	41
Приложение 11. Вычислительный шрифт	42
Приложение 12. БСАМ курсив остовный (Бо 2)	43

Учебное издание

ТОПОГРАФИЧЕСКОЕ ЧЕРЧЕНИЕ

Практикум для студентов специальности
1-56 02 01 «Геодезия»

Составители:

ЯВИД Петр Петрович
ИСКРИЦКАЯ Алина Олеговна

Редактор *Е. С. Кочерго*
Компьютерная верстка *С. А. Маслера*

Подписано в печать 28.10.2016. Формат 60×84 ¹/₁₆. Бумага офсетная. Ризография.
Усл. печ. л. 2,67. Уч.-изд. л. 2,09. Тираж 150. Заказ 601.

Издатель и полиграфическое исполнение: Белорусский национальный технический университет.
Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя, распространителя
печатных изданий № 1/173 от 12.02.2014. Пр. Независимости, 65. 220013, г. Минск.