

Лекция 5

Причины и характер селей

Сель, (от араб. *бурный поток*)

это кратковременный бурный паводок на горных реках, имеющий характер грязекаменного потока.

Сели занимают промежуточное положение между обычным паводком и оползнем-потоком.



Движение селевого потока

Причинами селя могут являться:

- извержения вулканов;
- землетрясения;
- обильные снегопады и ливни;
- интенсивное таяние снежного покрова и ледников;
- прорыв искусственных и естественных плотин;
- хозяйственная деятельность человека.

Сели возникают на высотах **1000-2500 м** над уровнем моря, чем выше исток селя, тем больше объем селевого выноса.

Селевые потоки происходят внезапно, быстро нарастают и продолжаются обычно от **1** до **3** часов, иногда до **6-8** часов.

Слабые сели на горных реках
наблюдаются несколько раз в
году, мощные сели – один раз в
10-12 лет.

Каждые **30-50** лет сила селя может
достигать катастрофических
размеров, а объем выноса
достигать **1 млн. м³**.

В селевом бассейне
различают три основные
зоны:

- зона формирования;
- зона транзита;
- зона выноса или
затухания.

Зона формирования – это часть бассейна, где расположены основные очаги зарождения селей.

Как правило, она занимает верхнюю часть бассейна реки и имеет вид амфитеатра, склоны которого прорезаны промоинами, сходящимися к центру амфитеатра.

**Сели на горных реках
формируются при сочетании
трех условий:**

- **значительный уклон дна ущелья;**
- **наличие легко смываемого,
рыхлого обломочного
материала;**
- **резкое увеличение количества
стекающей воды.**

В зоне формирования, как правило, выделяется *селевой очаг*, который располагается в промоинах и может иметь вид *селевой рывины* или *селевого вреза*.

Кроме того, в зоне формирования возможно и *рассредоточенное селеобразование*.

Селевой рытвиной называется линейное морфологическое образование, заполненное рыхлым обломочным материалом и прорезающее склон.

Рытвина имеет угол наклона дна более **15°**, протяженность до **500 – 600 м** и глубину до **10 м**.

Селевой врез имеет большие размеры, достигая глубины до **100 м** и более. Селевой врез может давать до **6 млн. м³** обломочного материала в одном селевом потоке.

Под очагом **рассредоточенного селеобразования** понимается участок обнажения сильно разрушенных горных пород, имеющий густую разветвленную сеть борозд, в которых и скапливается рыхлый обломочный материал, выносимый затем в общее русло селевого потока.

При формировании селевого потока происходит взаимодействие жидкого и твердого компонентов потока, качественно отличное от взаимодействия воды и рыхлообломочного материала в обычном потоке.

Это отличие заключается в том, что в селевом потоке энергия передается в основном через *твердую составляющую*, в то время как в обычной паводке – через жидкую.

Выделяется два основных типа зарождения селей:

- **эрозионный;**
- **оползневый.**

При ***эрозионном зарождении*** высвобождение твердой частицы, сдвиг ее с места и перенос осуществляются водой или суспензией.

Твердая составляющая селевого потока при этом движется как во взвешенном, так и во влекомом состоянии.

При **оползневом зарождении** первоначальный сдвиг твердой составляющей происходит в виде сплыва или оползня-потока без нарушения или со слабым нарушением структуры.

По мере дальнейшего движения смещенного массива и поступления воды происходит нарушение структуры и оплывина превращается в селевой поток.

Различают два вида **оползневых селей**:

- **сдвиг рыхлообломочного материала, накопившегося в русле водотока;**
- **оползень в русло водотока со склона.**

По своему составу селевые потоки бывают:

- **водно-каменный сель**, в котором преобладает крупнообломочный материал;
- **водно-песчаный сель**, в котором преобладает взвесь песка;
- **грязевой сель**, в котором преобладает взвесь глины или лесса;
- **грязекаменный сель**, в котором кроме глинистой взвеси находится и крупнообломочный материал;
- **снежно-водяной сель**, который представляет собой переходную фазу между селом и лавиной из мокрого снега.

По **мощности** селевые потоки подразделяются на следующие группы:

- **катастрофические сели**, которые выносят более **1 млн. м³** обломочного материала;
- **мощные сели**, которые выносят от **100** до **1 млн. м³** обломочного материала;
- **средние сели**, которые выносят от **10** до **100 тыс. м³** обломочного материала;
- **слабые сели**, которые выносят менее **10 тыс. м³** обломочного материала.

Зона транзита – это часть бассейна, где происходит движение уже сформировавшегося селевого потока.

Зона транзита, как правило, имеет вид канала с V-образным сечением.

В этой зоне на отдельных участках может происходить трансформация потока за счет поступления воды со склонов и из притоков, а также за счет рыхлообломочного материала, образующегося при размыве русла и склонов долины.

Как правило, сель носит **пульсирующий характер**, двигаясь в виде последовательных валов.

Это происходит вследствие задержек селевой массы в сужениях русла, на крутых поворотах и в местах уменьшения уклона.

Количество валов может варьироваться в очень широких пределах – **от нескольких до сотни и более.**

Зона затухания обычно представлена в виде конусов выноса.

Основная разгрузка селевых потоков происходит при выходе из ущелий в предгорья или долину крупной реки.

Движение селевых потоков прекращается при крутизне **2 - 5** градусов.

Основную опасность при селе представляет огромная **кинетическая энергия** грязеводных потоков, которая зависит от скорости, массы и плотности потока.

В своей **головной части** селевой поток представляет волну высотой до **25 метров**, которая несет обломки горных пород массой до **200 тонн**.

Скорость селевых потоков может составлять от **2** до **10 м/с**.

Ширина потока может достигать **100 м**, а плотность селевой массы – **1,2 - 2,0 т/м³**, при этом содержание твердого материала составляет от **10** до **75%** общей массы потока.

Максимальные размеры обломков могут достигать **3 - 4 м**.

Сила удара

селевого потока о

препятствие

составляет

от **5** до **12 т/м²**.



Удар селевого потока

К **прямым последствиям** селея относятся:

- **гибель людей и животных в воде и от механических повреждений;**
- **разрушение зданий, сооружений, путей сообщения и линий связи;**
- **занос рыхлым материалом населенных пунктов, путей сообщения, пастбищных и пахотных земель;**
- **размывание плодородного слоя почвы.**

Гибель людей в селевых потоках возможна как в результате **асфиксии**, так и в результате **травмирования** обломками горных пород в потоке или при ударах о дно и берега селевого русла.

Вероятность безвозвратных потерь среди населения, находящегося в зоне выноса селя

Размещение населения	Мощность потока		
	до 100 тыс. м ³	до 1 млн. м ³	свыше 1 млн. м ³
Открыто	75 %	100 %	100 %
Сооружения без фундамента	70 %	100 %	100 %
Сооружения на фундаменте	0	90 %	100 %

Разрушение зданий и сооружений происходит как путем **размывания водой**, так и **динамическим воздействием** грязеводного потока.

Воздействие селевых потоков на сооружения

Объекты	Суммарное давление селя, кг/см ²			
	Полное разрушение	Сильное повреждение	Среднее повреждение	Слабое повреждение
Деревянные здания	0,45	0,3	0,2	0,12
Кирпичные малоэтажные	1,0	0,7	0,53	0,3
Кирпичные многоэтажные	0,68	0,53	0,4	0,23
Железобетонные	0,9	0,6	0,45	0,3
Бетонные плотины	150	140	75	30

Легковой автомобиль, уничтоженный селом



К **профилактическим
противоселевым мероприятиям**
относятся:

- **создание гидротехнических сооружений, задерживающих и направляющих селевые потоки;**
- **своевременный спуск талой воды;**
- **закрепление растительности на склонах.**

Противоселевые сооружения

могут быть:

- селезадерживающие;
- селеотводящие.

Селезадерживающие сооружения

бывают сплошные и сквозные.

Сплошные плотины сооружаются из бетона или грунта и предназначены для полной остановки селевого потока, для чего перед ними предусматривается достаточно объемное селехранилище.

Сквозные плотины пропускают через себя воду со взвешенными частицами, но останавливают крупнообломочный материал.

Селеотводящие сооружения

предназначены для изменения направления движения селевых потоков.

К ним относятся:

- селеотбойные стенки;
- селенаправляющие лотки;
- селеспуски и т.п.