



## ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ЛАВИННОЙ ОПАСНОСТИ

Для обеспечения безопасности населения и хозяйственных объектов существуют различные методы борьбы с лавинами. Это строительство снегоудерживающих сооружений, профилактические спуски снежных лавин, предупреждающие щиты и плакаты, прогнозирование лавинной опасности.

Самый дешевый и распространенный метод защиты от лавин – это прогнозирование. На основе прогнозов затем составляются штормовые предупреждения для населения и заинтересованных организаций.

***При прогнозировании важно помнить следующие пункты:***

- 1. Прогнозируются только снежные лавины, сходящие по природным причинам (самопроизвольные).*
- 2. Прогнозируются только лавины «Швейцарского типа», связанные с движением снежного пласта. Ледопады и подвижки ледников к ним не относятся, для них существуют совершенно другие методы прогноза.*
- 3. Спрогнозировать спровоцированную людьми лавину невозможно. Можно только оценить устойчивость снега на склоне. А неустойчивое состояние снега может сохраняться в течении длительного времени.*

Алгоритм составления прогнозов приведен на блок-схеме, показанной на рисунке 1.



**Рис.1. Алгоритм составления прогнозов лавинной опасности**

### **Тип, место и время ожидаемого схода лавин**

Прежде всего, прогноз должен ответить на три вопроса: Что? Где? Когда? Перед началом прогнозирования надо оценить разновидность, место и время ожидаемого схода лавин. Разные типы лавин сходят в разное время и при различных метеорологических условиях, поэтому прогноз дается для преобладающего типа лавин в данном месте в данное время. Например метелевые лавины на дорогах ВКО или сухие пылевидные лавины в бассейне реки Киши Алматы. Время ожидаемого схода связано с развитием неблагоприятных метеорологических условий. Обычно прогнозы лавин обладают заблаговременностью от нескольких часов до суток. На длительный период дается не прогноз, а оценка состояния снежного покрова в горах.

### **Назначение составляемого прогноза**

**Лавинные прогнозы делятся по территории:**

- *Фоновый прогноз* - составляемый для территорий горной системы или административной области



- *Локальный прогноз* - составляемый для территории горного бассейна площадью или группы лавинных очагов
- *детальный прогноз* - составляемый для отдельного лавинного очага или лавиноопасного склона.

***По своему назначению прогнозы разделяются следующим образом:***

- *Прогнозы общего пользования* - составляются по территории административных областей или горных регионов и носят консультативный характер.
- *Специализированные прогнозы* - составляются по территории горного бассейна или группы лавиносборов и предназначены для конкретного потребителя.

Фоновые прогнозы бывают только общего пользования. Это шторм-предупреждение для населения. Они составляются в виде рекомендаций. Локальные прогнозы по бассейну реки бывают и общего пользования и специализированные для конкретного заказчика, например горнолыжного курорта или автодороги. Детальные прогнозы для опасного склона бывают только специализированные.

### **Доминирующие факторы лавинообразования**

Для схода лавин каждого класса и типа (по классификации Аккуратова) необходимы определенные неблагоприятные условия погоды. Эти данные будут являться входной информацией (предикторами) в прогностической модели. Самые важные параметры для схода лавин определяются в ходе многолетнего изучения режима лавин в данном регионе.

Данные о погоде для моделей собираются на метеорологических и снеголавинных станциях, расположенных вблизи от лавиносборов. Затем информация объединяется в электронные базы данных.

В метеорологии вся информация делится на климатическую и оперативную:

- *Климатическая информация* – результат многолетних наблюдений за погодой. Эти данные используются для изучения лавин и создания новых методов прогноза.



- *Оперативная информация* – данные о погоде в реальном времени. Эти сведения используются уже для составления прогнозов и выдачи шторм-предупреждений.

Все методы прогноза погоды и лавин сильно зависят от качества и достоверности входной информации. Более подробно информация об основных факторах лавинообразования приведена в предыдущей главе.

### **Математические функции расчета**

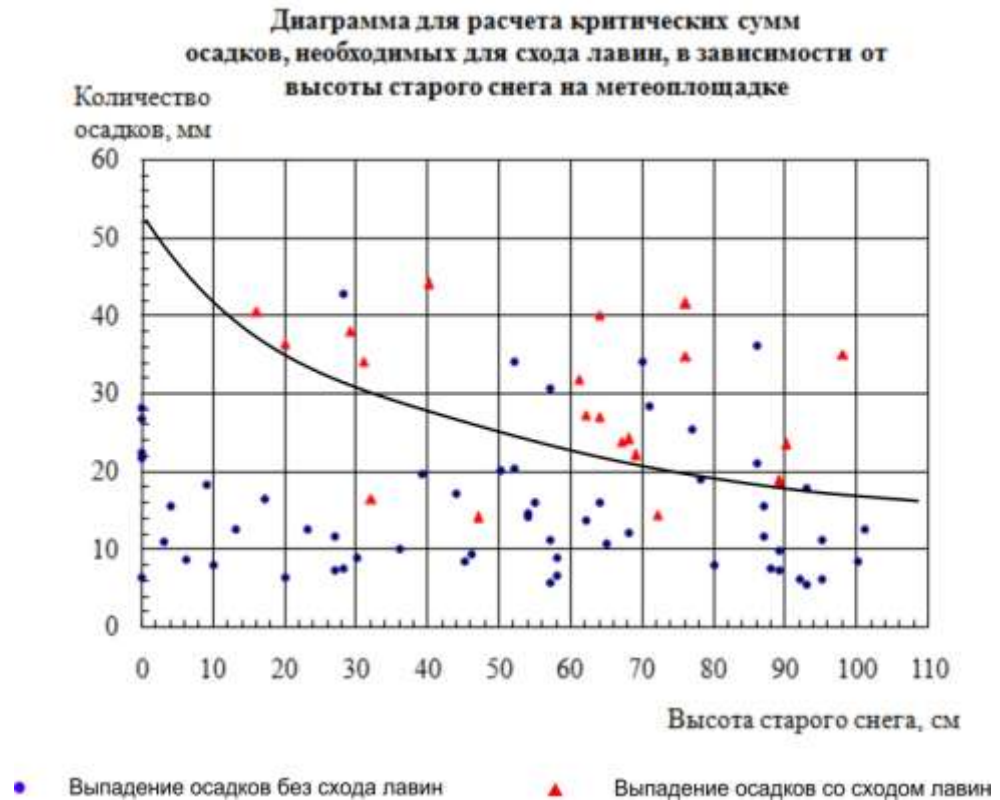
В науке существует классификация методов прогноза:

- *Статистические* – основанные на использовании методов математической статистики. Анализ многолетних данных наблюдений и выявление закономерностей.
- *Гидродинамические* – численные методы прогноза, основанные на формулах аэро- и гидродинамики. Самое современное направление в метеорологии.
- *Синоптические* – методы прогноза погоды, основанные на анализе синоптических обзорных карт. В настоящее время все чаще заменяются численными гидродинамическими моделями.

*Существующие методы прогноза лавин:*

- **Графический метод** – самый простой и надежный способ для расчета критических метеопараметров, необходимых для схода лавин. До сих пор широко применяется на снеголавинных станциях Казахстана. В СССР в Закавказском НИИ гидрометеорологии предложили график, разделяющий точки со сходом и без схода лавин. По осям откладывались два доминирующих фактора схода лавин: высота снега и количество осадков, сумма температур и прочность снега, продолжительность и сила метели. Учеными из гидрометслужбы КазССР были предложены свои методы, ориентированные на наши условия схода лавин.

Образец графика для прогноза лавин на снеголавинной станции «турбаза Алма-Тау» приведен на рисунке 2.



**Рис.2. Прогностический график для СЛС турбаза Алма-Тау**

- **Метод классификации (распознавания образов)** – статистический способ разделения известных переменных на несколько заданных классов. Чаще всего используется линейный дискриминант Фишера. Дискриминантный анализ в лавиноведении СССР нашел широкое применение. Используется для разделения метеопараметров на два класса лавиноопасных и нелавиноопасных ситуаций. Но в Казахстанской службе применялся мало.
- **Регрессионный метод** – статистический способ определить связь (регрессию) между независимой и зависимой переменными. Метод регрессии применяется тогда, когда существует четкая линейная зависимость между известной и неизвестной переменной величиной. Тогда линия регрессии позволяет определить значение неизвестной переменной. В лавиноведении иногда применяется для расчета параметров лавин по известным метеоданным.
- **Искусственные нейронные сети** – современное направление в различных областях науки. Искусственный интеллект применяется для решения различных статистических задач классификации или регрессии. На основе нейронной сети программируются



автоматизированные системы, которые помогают специалисту лавинщику дать прогноз. В настоящее время экспертные системы используются в деятельности западных снеголавинных служб.

### **Форма составления прогноза**

Прогнозы любых стихийных природных явлений, в том числе и снежных лавин, составляются в двух формулировках:

1. *Категорические (альтернативные) виды прогноза.* Имеет две категории – да ожидается опасное явление или нет, явления не будет. Не допускается никаких формулировок возможно или вероятно. Такие виды прогноза составляются в странах СНГ. И были ориентированы на народное хозяйство СССР.
2. *Вероятностные формы прогноза.* Для удобства потребителя в прогнозе оговаривается вероятность ожидаемого природного явления. Такие прогнозы сейчас передаются в большинстве стран мира. Для этих целей в Швейцарском институте снега и лавин была разработана пяти бальная вероятностная шкала, которая сейчас применяется повсеместно.

### **Оценка качества прогнозов**

Для определения качества прогнозов и точности математической модели существуют общепринятые методы. Они все основаны на формулах математической статистики. В гидрометслужбе СССР была разработана стандартная методика оценки качества прогнозов (авторы Багров и Обухов). Их расчеты до сих пор используются при оценке прогнозов в Казахстане и странах СНГ. Но, этот метод подходит только для оценки альтернативных прогнозов. Так же предложенные ими критерии качества устарели, так как были рассчитаны для социалистической экономики.

В мире для оценки качества прогнозов часто используют известные статистические критерии Стьюдента или Фишера. Эти критерии согласия определяют статистическую зависимость между фактическим и прогнозируемым сходом лавин. В иностранных лавинных службах это называется не оправдываемость прогноза, а адекватность прогностической модели. Так же в мире используется метод Парето – метод оценки качества товара известный в экономике.