

ТРЕТЬИ ВИНОГРАДОВСКИЕ ЧТЕНИЯ

ГРАНИ ГИДРОЛОГИИ

Сборник материалов

28-30 марта 2018



Благодарность

Мы благодарим всех неравнодушных людей за помощь в организации и проведении Третьих Виноградовских Чтений.

Алексею Юрьевичу Виноградову (ООО «НПО «Гидротехпроект», Санкт-Петербург), Николаю Александровичу Казакову (АНО НИЦ «Геодинамика», Южно-Сахалинск), Максиму Николаевичу Кручину (ООО «ГЭТРИ», Москва) выражаем глубокую признательность за оказание спонсорской помощи. Российский Фонд Фундаментальных Исследований благодарим за поддержку (проект 18-35-10004).

Конференция не состоялась бы без помощи сотрудников и студентов кафедры гидрологии суши Санкт-Петербургского государственного университета под руководством Галины Валентиновны Пряхиной. Особо нужно отметить вклад студентов Натальи Вадимовны Нестеровой, Дарии Павловны Соколовой, Виктории Антоновны Куровской, Марии Руслановны Кузнецовой, Анастасии Андреевны Пашовкиной, Андрея Алексеевича Осташова.

Благодарим Татьяну Владимировну Паршину и Ольгу Никитичну Боброву – за организацию питания участников конференции.

Алина Боронина стала фотографом конференции.

Благодарим Людмилу Сергеевну Лебедеву (Институт мерзлотоведения СО РАН) за организацию творческих мероприятий и экскурсий, помощь в подготовке набора участника.

Благодарим директора Государственного Гидрологического института Вадима Александровича Кузьмина и его заместителя Журавлева Сергея Александровича за помощь в организации Школы моделирования.

Благодарим Андрея Николаевича Шихова (Пермский государственный университет) за прекрасный календарь, ставший украшением набора участников.

Ирину Александровну Фишер благодарим за разработку и пошив фирменных головных уборов для участников Третьих Виноградовских Чтений.

Всех участников конференции, от ведущих ученых до студентов, благодарим за активное участие не только в научной программе конференции, но и творческих мероприятиях.

Спасибо!

О.М. Макарьева, председатель Оргкомитета конференции

**СЕЛЕВЫЕ ПОТОКИ В МАЛЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНАХ ЮГА ОСТРОВА
САХАЛИН И ИХ НЕГАТИВНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ НА ОБЪЕКТЫ ВОДНОГО
ХОЗЯЙСТВА**

НЕМЧИНОВ Е.О., РАСПУТИНА В.А. 908

**MUDFLOWS IN SMALL RIVER BASINS IN SOUTHERN SAKHALIN ISLAND
AND THEIR NEGATIVE IMPACT ON WATER OBJECTS**

NEMCHINOV E.O., RASPUTINA V.A. 912

К ВОПРОСУ О ФИЗИЧЕСКИХ АСПЕКТАХ ДИНАМИКИ СУХИХ ЛАВИН

ОСТАШОВ А.А., МАКУШИН М.А., СОКОЛОВА Д.П., КУРОВСКАЯ В.А.,
КИЛЬДИБЕКОВ Е.С. 913

**TO THE ISSUE OF PHYSICAL ASPECTS OF THE DRY AVALANCHES
DYNAMICS**

OSTASHOV A.A., MAKUSHIN M.A., SOKOLOVA D.P., KUROVSKAIA V.A.,
KILDIBEKOV E.S. 916

**МОДЕЛИРОВАНИЕ МАКСИМАЛЬНЫХ РАСХОДОВ ВОДЫ ДОЖДЕВЫХ
ПАВОДКОВ НА МАЛЫХ ГОРНЫХ ВОДОСБОРАХ СЕВЕРО-ВОСТОКА
РОССИИ**

ПАШОВКИНА А.А., МАКАРЬЕВА О.М. 917

**MODELING OF THE MAXIMUM WATER DISCHARGES OF RAINFALL
FLOODS AT SMALL RIVERS IN MOUNTAIN CONDITIONS OF THE NORTH-
EAST RUSSIA**

PASHOVKINA A.A., MAKARIEVA O.M. 921

**КАРТЫ ГИДРОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА В АТЛАСЕ ОПАСНЫХ
ПРИРОДНЫХ ЯВЛЕНИЙ АЛТАЙСКОГО КРАЯ**

РОТАНОВА И.Н., ХАРЛАМОВА Н.Ф., БАРЫШНИКОВ С.Г. 922

**HYDROLOGICAL RISK MAPS IN THE ATLAS OF NATURAL HAZARDS IN
ALTAI KRAI**

ROTANOVA I.N., KHARLAMOVA N.F., BARYSHNIKOV S.G. 927

**ФОРМЫ СКЛОНОВЫХ СЕЛЕВЫХ БАССЕЙНОВ НА МОРСКИХ ТЕРРАСАХ
О. САХАЛИН И ИХ ЗАВИСИМОСТИ ОТ ЛИТОЛОГИЧЕСКОГО СОСТАВА
ГОРНЫХ ПОРОД**

РЫБАЛЬЧЕНКО С.В., ВЕРХОВОВ К.В. 928

**THE SLOPE DEBRIS FORMS POOLS ON THE MARINE TERRACES OF THE
SAKHALIN ISLAND AND THEIR DEPENDENCE ON THE LITHOLOGICAL
COMPOSITION OF ROCKS**

RYBALCHENKO S.V., VERKHOVOV K.V. 932

**АНАЛИЗ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ ДВУМЕРНОЙ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ
МОДЕЛИ К ИЗМЕНЕНИЮ КОЭФФИЦИЕНТА ШЕРОХОВАТОСТИ**

САЗОНОВ А.А., КРЫЛЕНКО И.Н. 933

**SENSITIVITY ANALYSIS OF TWO-DIMENSIONAL HYDRODYNAMIC
MODEL TO CHANGES OF THE ROUGHNESS COEFFICIENT**

SAZONOV A.A., KRYLENKO I.N. 938

ВОДОСНЕЖНЫЕ ПОТОКИ В ДОЛИНЕ Р. КУКИСЬОК (ХИБИНЫ)

КАЗАКОВ Н.А., СОКОЛОВА Д.П., ВОЛКОВ А.В. 939

THE SLASH FLOWS IN THE KUKISJOK RIVER VALLEY (Khibiny)

KAZAKOV N. A., SOKOLOVA D.P., VOLKOV A.V. 943

**ВЛИЯНИЕ ИНФРАСТРУКТУРЫ НА ХАРАКТЕРИСТИКИ ЗАТОПЛЕНИЯ
ПОЙМ (НА ПРИМЕРЕ Р.ОКА В СРЕДНЕМ ТЕЧЕНИИ)**

ФИНГЕРТ Е.А., КРЫЛЕНКО И.Н., ГОЛОВЛЕВ П.П., АЛАБЯН А.М. 944

**LINEAR INFRASTRUCTURE INFLUENCE ON FLOODPLAIN REGIME (BY
THE EXAMPLE OF OKA RIVER IN RYAZAN' CITY AREA)**

FINGERT E.A., KRYLENKO I.N., GOLOVLEV P.P., ALABYAN A.M. 948

**ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВОДОСНЕЖНЫХ ПОТОКОВ.
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ. ПРОБЛЕМЫ. ПЕРСПЕКТИВЫ**

ЧЕРНОУС П.А., ВОЛКОВ А.В., СОКОЛОВА Д.П. 949

**SLUSHFLOW RELEASE FORECASTING. STATE OF THE ART. PROBLEMS.
PERSPECTIVES**

CHERNOUS P.A., VOLKOV A.V., SOKOLOVA D.P. 953

**ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ПРЕОБРАЗОВАНИЙ РУСЛА РЕКИ АДАГУМ НА
ПРОХОЖДЕНИЕ ПАВОДКОВ В ОКРЕСТНОСТЯХ КРЫМСКА С УЧЁТОМ
ПРОПУСКНОЙ СПОСОБНОСТИ МОСТОВЫХ ПРОЁМОВ**

ШЕВЕРДЯЕВ И.В. 954

**EVALUATION OF THE INFLUENCE OF THE ADAGUM RIVER BED
TRANSFORMATION ON THE FLASHFLOOD PASSAGE IN KRYMSK
NEIGHBORHOOD TAKING INTO ACCOUNT THE CAPACITY OF THE
BRIDGE OPENINGS**

SHEVERDYAEV I.V. 959

**AN EXPERIMENTAL OVERVIEW OF THE CONCEPTS AND ISSUES IN THE
WAY OF LANDSLIDE SUSCEPTIBILITY AND HAZARD ASSESSMENT
STUDIES**

AIDING KORNEJADY, HAMID REZA POURGHASEMI, MAJID OWNEGH 960

**MODELING OF UNSTEADY WATER MOVEMENT ON THE EXAMPLE OF
WATER-ROCK-FLOWS AND FLOODS**

KUROVSKAIA V. A., VINOGRADOVA T. A. 965

**APPLICATION OF MAXIMUM ENTROPY APPROACH FOR URBAN FLOOD
INUNDATION MODELING**

OMID RAHMATI, ZAHRA NASIRI, BAHRAM CHOUBIN, FATEMEH FALAH 969

СПИСОК АВТОРОВ 974

AUTHOR INDEX 974

К вопросу о физических аспектах динамики сухих лавин

Осташов А.А., Макушин М.А., Соколова Д.П., Куровская В.А., Кильдибеков Е.С.

*Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург
stranger6417@mail.ru*

Аннотация: Формирование полноценной физической теории невозможно без наличия большой эмпирической базы данных, на основании которой можно выдвигать гипотезы о динамике лавин. В наше время подобной базой может служить большое количество видеоматериалов, снятых очевидцами схода лавин в различных регионах. Многие теоретические положения о динамике лавин и модели, построенные на малом количестве материалов натурных наблюдений можно подтвердить или опровергнуть, просмотрев и проанализировав видеоматериал. В данной работе с помощью видеохостинга был произведен анализ видеоматериалов о движении лавин и предпринята попытка выявления на их основе физических аспектов процессов лавинообразования и расчета значений динамических характеристик лавин. Выдвинут ряд предположений об особенностях движения лавины. На основе данных предположений можно создать обобщенную модель формирования лавин, которую можно использовать уже для разработки математической модели.

Ключевые слова: Лавина, лавинный процесс, физический процесс

Введение

Физические вопросы динамики лавин по сей день остаются открытыми. Во многом это связано с тем, что представления о начальном этапе формирования лавин и их движении имеют теоретический характер. Тем не менее, на основе данных представлений сформировано немалое количество гипотез о динамике отрыва и движения. На основе этих гипотез построены модели, позволяющие рассчитать основные характеристики лавин (Козик, 1962). На сегодняшний день не существует удовлетворительных физических моделей лавинного процесса и движущейся лавины, позволяющих адекватно описать лавину, а существующие математические модели основаны либо на идеальных математических либо на эмпирических представлениях, сильно упрощающих реальную картину и позволяющих описать лавинный процесс с определённой степенью приближённости, что необходимо учитывать при использовании расчётных значений характеристик лавин и лавинных процессов при проектно-изыскательских работах (Казаков и др., 2012).

Формирование полноценной физической теории невозможно без наличия большой эмпирической базы данных, на основании которой можно выдвигать гипотезы о динамике лавин. В наше время подобной базой может служить большое количество видеоматериалов, снятых очевидцами схода лавин в различных регионах.

Целью данной работы является анализ видеоматериалов и выявление физических аспектов процессов лавинообразования.

Материалы и методы

Для достижения цели данной работы использовались видеоматериалы с видеохостинга «YouTube». Сформированные на основе видеоматериалов представления о процессе лавинообразования сравнивались с экспериментальными теориями таких авторов как Урумбаев Н. А., Москалев Ю.Д. (Григорян и др., 1982; Москалев, 1970) После этого выделялись аспекты лавинообразования и определялись значения характеристик лавин, которые стали доступны для анализа с появлением большой видеобазы о сходе движении лавин.

Результаты

Движение лавин – чрезвычайно сложный процесс, который требует отдельного рассмотрения. Учет всех возможных вариантов физического описания движения лавин есть одна из важных задач, которые необходимо ставить при исследовании динамики лавинных процессов, наряду с описанием отрыва как начала лавинного процесса. Однако при всем имеющемся многообразии наиболее точной и удовлетворительной физической модели на данный момент не существует.

Прежде всего, следует ввести ряд предположений, касаемых движения лавинной массы и полученных на основании имеющихся видеоматериалов и литературных источников.

В данном случае рассматривается преимущественно волновой характер движения (Казаков, 2006).

Наблюдения, которые были проведены с использованием видеосъемок очевидцев лавин, дают основания полагать, что движение лавин происходит струйно, причем струйность весьма неравномерна, что выражается в том, что отдельные струи могут вырываться вперед, обгоняя другие, или же затухать.

Исходя из этого, определяются следующие силы, действующие на движущуюся лавинную массу, а именно:

- сила тяжести;
- сила трения о подстилающую поверхность;
- силы сопротивления.

Трение лавины во многом зависит от характера подстилающей поверхности, а также от генетического типа лавины.

В данном случае рассматривается лавина сухого снега, так что речь будет именно о ней. В зависимости от характера подстилающей поверхности, сила трения на различных участках движения лавины может быть различной, что в целом подводит к мысли о зависимости роли силы трения от длины пути лавинной массы.

Под силами сопротивления в данном случае понимаются затрачивание кинетической энергии лавины на преодоление сил сцепления объектов, которые стоят на пути движения снежного потока, и сил инерции (Козик, 1962).

Рассматривая движение лавины, как волновой процесс, следует сделать предположение о возможности использования для их описания системы уравнений Сен-Венана.

Однако у данного предположения есть определенные недостатки, которые следует учитывать. Сама по себе данная система является ничем иным, как описанием неустановившегося движения вязкой жидкости. Однако лавина сухого снега по своей природе не может относиться к вязкой жидкости без введений неких коэффициентов. Кроме того, следует отметить недостаточность необходимой информации для использования данной системы уравнений в расчетах.

Можно выделить составляющие лавины, образующие непосредственно тело лавины: текучую и снежнопылевую. В зависимости в основном от плотности лавинного снега, скорости движения лавины и ускорения лавины, одна составляющая будет превалировать над другой. В процессе движения лавины вниз по склону происходит переход некоторой критической точки. Переход этой критической точки связан с изменением характеристик склона, по которому происходит сход лавины. В частности, это может быть связано с изменением крутизны склона, его шероховатости, а также с характеристиками лавинного снега. Снежнопылевое облако очень инертно, после разгона оно по инерции движется определенный промежуток времени. Подпитка снежнопылевого облака идет из текучей составляющей лавины. При возникающем сильном сопротивлении воздуха идет

фрагментация текучего снега до состояния снежной пыли, из которой, по сути, и состоит снежнопылевая составляющая лавины. При отсутствии текучей составляющей снежнопылевая составляющая лавины начинает останавливаться, движение замедляется даже на крутых участках зоны транзита.



Рис. 1. Пример струйности движения сухой лавины

Образование воздушной волны связано с формированием снежнопылевого облака. Возникновение воздушных волн происходит при переходе движения от ламинарного потока к турбулентному. Воздействие фронта волны на прилегающие слои воздуха приводит к сжатию и вытеснению воздуха перед лавиной. При этом за фронтом образуются так называемые зоны разрежения. В целом, при прохождении лавины происходит чередование волн сжатия и разрежения воздуха (разреженный воздух за фронтом и сжатый воздух перед фронтом), в процессе этого возможен подток и завихрения. Подобные завихрения могут проявляться гораздо дальше места остановки лавины. Этим может быть объяснены те разрушения, которые приносятся лавиной дальше максимальной дальности выброса.

Согласно всему вышесказанному, можно сделать вывод о сложности движения сухих лавин. Подобный процесс следует описывать исходя из всех его особенностей, а именно движения самой снежной массы в целом и, в частности, её взаимодействием с прилегающими слоями воздуха.

Исследование плотности лавин – важная задача, которая поможет нам понять динамику лавины. Плотность должна быть одной из ключевых величин в расчете высоты фронта лавины. Также от нее зависит угол растекания лавины. Возможно, недооценено влияние центростремительной силы, которая, несомненно, влияет на динамические характеристики лавины.

Кроме того, при расчете динамических характеристик лавин следует учитывать атмосферное давление. Оно влияет на динамические характеристики лавины через сопротивление воздуха. Из-за сильного вертикального градиента атмосферного давления снежнопылевое облако и воздушная волна могут иметь на разных высотах сильно

отличающиеся характеристики. Следует учитывать, также, скорость, и направление ветра, которое также может сильно изменять динамические характеристики сухих лавин.

Выводы

В результате развития медиа технологий мы получаем доступ к новым источникам информации о природных процессах: в частности, лавинах. Многие теоретические положения о динамике лавин, или модели, построенные на малом количестве материалов натурных наблюдений можно подтвердить или опровергнуть, просмотрев и проанализировав видеоматериал. В настоящее время существует в основном качественный анализ видеоматериала, однако, возможен и количественный. Именно в этом направлении стоит работать дальше.

На основе выявленных физических аспектов и теорий лавинообразования таких авторов, как Москалев Ю.Д и Урумбаев Н.А. (Григорян и др., 1982; Москалев, 1970) следует создать обобщенную модель лавинообразования, которую впоследствии можно использовать для создания математической модели лавинообразования прогноза схода лавин.

Список литературы

Григорян С.С., Урумбаев Н.А., Некрасов И.В. Экспериментальное исследование лавинной воздушной волны. Материалы гляциологических исследований. Вып. 44 - М., 1982, С.87-93;

Казаков Н.А. Лавинный фронт как уединенная волна-солитон. Материалы гляциологических исследований. Вып. 100 - М., 2006, С.176-179;

Казаков Н.А, Генсировский Ю.В., Казакова Е.Н. Лавинные процессы в бассейне реки Мзымты и проблемы противолавинной защиты Олимпийских объектов в Красной Поляне //Геориск, № 2, 2012. С. 10-29.

Козик С.М. Расчет движения снежных лавин. Л.: Гидрометеиздат, 1962, 74 с.;

Москалев Ю. Д. О возникновении воздушных лавин при движении лавин. Материалы гляциологических исследований. Вып. 16 - М., 1970, С.57-62.

To the issue of physical aspects of the dry avalanches dynamics

Ostashov A.A., Makushin M.A., Sokolova D.P., Kurovskaya V.A., Kildibekov E.S.

St. Petersburg State University, St. Petersburg, Russia

stranger6417@mail.ru

Abstract: Creating comprehensive physical model is infeasible without empiric data bases from which it is possible to propose hypotheses about the dynamics of avalanches. Nowadays a large number of video materials shot by eyewitnesses of avalanches in various regions can be used as similar base. Most theoretical assumptions of avalanche dynamics and models are based on a small amount of field observations which can be confirmed or disproved by viewing and analyzing the video. In this research, video materials were analyzed on the movement of avalanches and an attempt was made to identify physical aspects of avalanche processes and to calculate the values of the dynamic characteristics of avalanches. Also, range of assumptions about the special features of avalanche movement was defined. Basing on these assumptions a generalized model of avalanche formation can be created, that might be used to develop a mathematical model.

Keywords: avalanche, physical process, process of avalanching.