

УДК 556

## ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ И ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАВИН НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Кандидат техн. наук *С.В. Агеев*,  
доктор сельхоз. наук, кандидат техн. наук *Ю.В. Подрезов*, *А.С. Романов*  
ФБГУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ)

*З.В. Тимошенко*  
ВИНИТИ РАН

*Проанализированы особенности формирования и основные характеристики лавин на территории Российской Федерации. Описана физика формирования и схода лавин. Приведены примеры наиболее опасных сходов лавин в нашей стране и в мире. Предложен современный, эффективный и экологически чистый способ и технология предупреждения схода лавин, вызываемых снегопадами и дождем, основанные на электрофизических методах управления атмосферными процессами и разработанные сотрудниками ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) в последнем десятилетии двадцатого века.*

**Ключевые слова:** дождь, лавина, лавиноопасная территория, наводнение, объект экономики, объект окружающей природной среды, осадки, снегопад, сход снежной лавины, чрезвычайная ситуация природного характера.

## FEATURES OF FORMATION AND MAIN CHARACTERISTICS OF AVALANCHES ON THE TERRITORY OF THE RUSSIAN FEDERATION

Ph.D. (Tech.) *S.V. Ageev*,  
Dr. of agricultural sciences, Ph.D (Tech), *J.V. Podrezov*, *A.S. Romanov*  
VNI GOCHS EMERCOM of Russia

*Z.V. Timoshenko*  
VINITI RAN

*The article analyzes the features of the formation and the main characteristics of avalanches in the Russian Federation. The physics of avalanches formation and descent is described. Examples of the most dangerous avalanches in our country and in the world are given. A modern, efficient and environmentally friendly method and technology for preventing avalanches caused by snow and rain, based on electrophysical methods of atmospheric process control and developed by the staff of the fsbi Institute of GOCHS (FC) in the last decade of the twentieth century.*

**Key words:** rain, avalanche, avalanche-prone area, the flood, the object of Economics, the object of the natural environment, precipitation, snowfall, avalanches, the emergency situation of natural character.

Анализ литературных источников свидетельствует о том, что снежные лавины нередко приводят к чрезвычайным ситуациям природного характера во многих странах мира. Не исключением является и Российская Федерация. Нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, наносится существенный ущерб объектам экономики и окружающей природной среды, нередки и случаи гибели людей, оказавшихся в зоне схода лавины [1-21].

Что же такое лавина (снежная лавина)?

Снежная лавина является одним из самых опасных природных явлений, которое характерно для горной местности. Из самого названия понятно, что участвует в этом процессе снег (Рисунок).



Рисунок. Сход снежной лавины в горах

В литературе существует несколько определений данного явления.

В одном из литературных источников под лавиной понимают огромную массу снега, несущуюся со склонов гор, которая, обладая высокой мощностью, способна наносить серьёзные разрушения, порою даже уничтожая жилые и производственные здания и сооружения, располагающиеся у подножия гор. Вместе с тем, данное явление куда опаснее для альпинистов, лыжников и других людей, находящихся на склоне горы во время снежной лавины [1].

В другом литературном источнике снежной лавиной, называют низвергающееся со склонов гор под воздействием силы тяжести снежные массы [2].

В третьем - под снежной лавиной понимают разновидность оползня, когда большой объем снежной массы и льда соскальзывает или падает с крутых горных склонов вниз. При этом скорость зависит от крутости склона, объема и тяжести снега и составляет в среднем 20 – 30 метров в секунду [3].

Однако, целесообразно при проведении научных исследований и прикладных работ в системе МЧС России пользоваться определением снежной лавины, закрепленном в ГОСТ Р 22.0.03-95, где дано следующее определение: лавина - это быстрое, внезапно возникающее движение снега и (или) льда вниз по крутым склонам гор, представляющее угрозу жизни и здоровья людей, наносящее ущерб объектам экономики и окружающей природной среды [4].

При этом под лавиноопасной территорией понимается горная местность, на которой существует потенциальная опасность схода лавин, приводящих или способных привести к угрозе жизни и здоровью людей, ущербу объектам экономики и окружающей природной среды [4].

Физика процесса схода лавины выглядит следующим образом.

Накапливающийся на склонах гор снег под действием силы тяжести стремится сдвигаться вниз по склону, но этому противостоят силы сопротивления в основании снежного пласта и на его границах. При этом вследствие перегрузки склонов снегом, ослабления структурных связей внутри снежной толщи или совместного действия этих факторов

снежная масса соскальзывает или осыпается со склона. Начав свое движение от случайного и нередко ничтожного толчка, она быстро набирает скорость, захватывая по пути снег, камни и другие предметы, и низвергается до более пологих участков или дна долины, где тормозится и останавливается.

При движении снежной массы по лавиноопасной территории ее вес увеличивается, потому что она захватывает новые объемы снега. А вес некоторых из них может достигать десятков и сотен тонн. Порой сходит не только снег, но и ледник. В этом случае вес всей лавинной массы может достигать десятков и сотен тысяч тонн. Сход снежных лавин является стихийным (особо опасным) явлением, когда он угрожает населенным пунктам, спортивным и санаторно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, линиям электропередачи, объектам горнодобывающей промышленности и другим объектам экономики.

Следует заметить, что формирование лавин происходит в пределах лавинного очага, под которым понимают участок склона и его подножия, в пределах которого происходит движение лавины. В свою очередь, каждый лавинный очаг состоит из зоны зарождения (лавиносор), зоны транзита (лоток), зоны остановки (конус выноса) лавины. Основными параметрами лавинных очагов являются: превышение лавинного очага  $\Delta H_{ло}$ , определяемое как разность максимальной и минимальной высот склона в пределах очага; площадь лавиносоры  $F_{л,}$ ; длина  $L_{л}$  и ширина  $B_{л}$  лавиносоры, средние углы лавиносоры  $\alpha_{л}$  и зоны транзита  $\alpha_{т}$ .

При этом, к лавинообразующим факторам относятся:

- высота старого снега;
- состояние подстилающей поверхности;
- прирост свежеснежавшего снега;
- плотность снега;
- интенсивность снегопада;
- оседание снежного покрова;
- метелевое перераспределение снежного покрова;
- температурный режим воздуха и снежного покрова.

Среди перечисленных факторов наиболее важными являются: прирост свежеснежавшего снега, интенсивность снегопада и метелевое перераспределение.

Важно отметить, что в периоды отсутствия осадков лавины сходят в результате процессов перекристаллизации снежной толщи (которая приводит к ее разрыхлению и ослаблению прочности отдельных слоев) и интенсивного таяния при воздействии тепла и солнечной радиации.

Рассмотрим более детально некоторые важные количественные данные по образованию и сходу лавин.

Формирование лавин происходит при достаточном снегонакоплении на лесных склонах крутизной от 15 до 50 градусов. Когда уклон имеет величину более 50 градусов - снег ссыпается к подножью склона, а лавины не возникает. Следует отметить, что оптимальные условия для возникновения лавин складываются на заснеженных склонах крутизной от 30 до 40 градусов. На таких склонах лавины сходят даже, когда слой свежеснежавшего снега достигает 30 см, в то время как для формирования лавин из старого (лежалого) снега - требуется снежный покров мощностью не менее 70 см. Необходимо заметить, что ровный травянистый склон крутизной более 20° лавиноопасен, если высота снега на нем превышает 30 см. Естественно, что увеличением крутизны склонов возрастает и вероятность образования и схода лавин. Отмечено, что с возрастанием шероховатости подстилающей поверхности увеличивается минимальная высота снега, при которой возможно образование лавин. При этом кустарниковая растительность не является препятствием для схода снежных лавин [1-4].

Следует отметить, что исследования, проведенные российскими учеными, свидетельствуют, что классическим условием образования снежной лавины - для того, чтобы она

смогла двигаться и набрать определенную скорость - длина открытого склона гор должна быть от 100 до 500 м. При этом под открытым склоном понимаются луговые и слабо-закустаренные поверхности на склонах круче 30°. Однако, бывают и исключения [1-4].

Основным предвестником схода лавины являются погодные условия:

- сильный снегопад,
- дождь,
- ветер.

Наиболее опасным периодом схода лавины считается зима, в моменты после выпадения осадков.

В большинстве случаев причина схода лавины - естественная. Но, лавина может быть спровоцирована и людьми, если они решат пойти в горы, когда сотрудники спасательных служб заранее сообщили о том, что это опасно. Любое, малейшее механическое воздействие может стать началом схода снежной массы.

Таким образом, к наиболее частым причинам схода лавин можно отнести:

- обильные снегопады, увеличивающие объем снежной массы на склонах до критической отметки;
- человеческий фактор (механическое воздействие, громкий звук, выстрел и т. д.);
- повышение уровня влажности воздуха, что тоже делает снег более тяжелым;
- сильные механические воздействия, такие как камнепады или землетрясения (горы, как правило, расположены в сейсмоопасных зонах);
- резкое изменение погоды (например, сильные колебания температуры или перепады атмосферного давления) [1-4].

Более подробно рассмотрим некоторые особенности формирования и схода лавин.

При различной интенсивности снегопадов вероятности формирования и схода лавин различны. Под интенсивностью снегопада в литературе понимают скорость отложения снега, выраженную в сантиметрах в час. Так, около 0,5 м снега, отложившегося за 2-3 дня, обычно не вызывает опасений, но если то же количество снега выпадает за 10-12 часов, то возможен сход лавин. В большинстве случаев интенсивность снегопада в 2-3 см/час близка к критической величине. Отмечено: если при безветрии к сходу лавин приводит прирост свежевыпавшего снега, равный или превышающий 30 см, то при сильном ветре достаточно выпадения снега в 10-15 см [1-4].

Следует отметить, что прирост массы снега на склоне, при котором возможен сход лавин, может быть выражен при метелевом переносе через критическую сумму осадков, равную слою воды, длительно отлагающейся с интенсивностью 2,5 мм/час и более при ветре, скорость которого превышает критическую. При этом средняя критическая скорость ветра равна примерно - 8 м/с. В ходе исследований замечено, что оседание снега обычно ведет к стабилизации снежного покрова, к увеличению его устойчивости на склоне [1-4].

Исследованиями установлено, что влияние температуры на лавиноопасность носит более многосторонний характер, чем влияние любого другого фактора. Так, в зимний период при относительно теплой погоде, когда температура близка к нулю, неустойчивость снежного покрова сильно увеличивается, но быстро проходит: лавины или сходят, или снег оседает. При понижении температуры периоды лавинной опасности становятся более длительными и при очень низких температурах (ниже -10°C) они могут длиться до нескольких дней или даже недель. В весенний период - повышение температуры внутри снежной толщи является важным фактором, способствующим образованию мокрых лавин [1-4].

Результаты исследований свидетельствуют, что среднегодовая плотность свежевыпавшего снега, подсчитанная по данным многолетних наблюдений, обычно колеблется в пределах от 0,07 до 0,10 г/см<sup>3</sup> в зависимости от климатических условий. При этом, чем больше отклонение от этих величин, тем больше вероятность схода лавины. В свою очередь, большие плотности (0,25-0,30 г/см<sup>3</sup>) приводят к возникновению плотных снежных

лавин (снежных досок), а необычно малая плотность снега (порядка  $0,01 \text{ г/см}^3$ ) - к образованию лавин из рыхлого снега [1-4].

Важное значение для проведения научных и прикладных исследований и работ имеет классификация лавин. Рассмотрим современные варианты классификации лавин.

По характеру движения и в зависимости от строения лавинного очага различают следующие типы лавин [1-4]:

- лотковые,
- осовые и
- прыгающие.

Лотковая лавина движется по определенному каналу стока или лавинному лотку.

Осовая лавина представляет собой снежный оползень и, не имея определенного канала стока, скользит по всей ширине охваченного им участка.

В свою очередь, прыгающие лавины возникают из лотковых там, где в канале стока имеются отвесные стены или участки с резко возрастающей крутизной. Такая лавина, встретив крутой уступ, отрывается от земли, и продолжает движение по воздуху в виде огромной струи. При этом скорости прыгающих лавин особенно велики, а падение их, как правило, вызывает воздушную волну.

В зависимости от свойств образующего их снега лавины могут быть [1-4]:

- сухими,
- влажными или
- мокрыми.

По характеру поверхности скольжения выделяют следующие типы лавин:

- ✓ пластовые (движение по поверхности нижележащего слоя снега) и
- ✓ грунтовые (движение по поверхности грунта) лавины.

В зависимости от факторов лавинообразования лавины делятся на четыре класса [1-4]:

1) лавины, непосредственной причиной возникновения которых являются метеорологические факторы;

2) лавины, непосредственной причиной возникновения которых являются в совокупности метеорологические факторы процессы, происходящие внутри снежной толщи при таянии;

3) лавины, непосредственной причиной возникновения которых являются процессы, происходящие внутри снежной толщи;

4) лавины, непосредственной причиной возникновения которых выступают различные случайные явления (землетрясения, деятельность человека и т.п.) [1-4].

При этом, первый класс включает три типа лавин: лавины, обусловленные снегопадами; лавины, обусловленные метелями; лавины, связанные с резким понижением температуры.

Во втором классе выделяют четыре типа лавин: лавины, связанные с радиационными оттепелями - потоком солнечной радиации (образуются на южных склонах гор); лавины, связанные с весенними оттепелями; лавины, связанные с дождями; лавины, связанные с оттепелями, возникающими при переходе температуры воздуха от отрицательной к положительной, при этом не обязательно интенсивное таяние снега.

Третий класс подразделяется на два типа лавин: лавины, связанные с образованием слоя глубиной изморози; лавины, возникающие в результате снижения прочности снежного покрова под длительным действием нагрузки.

По степени воздействия на объекты экономики и природную среду лавины подразделяются на [1-4]:

✘ стихийные (особо опасные) явления, тогда сход лавин наносит значительный ущерб населенным пунктам, спортивным и санаторно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, линиям электропередачи, объектам горнодобывающей промышленности и другим крупным объектам экономики;

✘ опасные явления – сход лавин, затрудняющих деятельность отдельных объектов экономики, рекреационных и спортивных комплексов, а также угрожающих населению и туристским группам.

Кроме вышеуказанных критериев, лавины по степени повторяемости делятся на два класса:

- ✓ систематические и
- ✓ спорадические.

Систематические лавины сходят каждый год или один раз в 2-3 года.

Определить место схода спорадических лавин, которые сходят 1-2 раза в 100 лет и даже реже весьма затруднительно. Известно много случаев, когда, например, на Кавказе селения, существовавшие 200-300 лет, были погребены спорадическими лавинами, хотя схода лавин в этих районах раньше не наблюдалось [4].

Далее рассмотрим основные характеристики лавин. К их числу относятся:

- размеры лавины;
- скорость лавины;
- сила удара лавины;
- дальность выброса;
- повторяемость схода лавин;
- плотность лавинного снега;
- высота (или мощность) лавинного потока;
- потенциальный период лавинообразования.

Так, **размеры лавины** характеризуются массой (в тоннах) или объемом (в м<sup>3</sup>). При этом, в зависимости от количества вовлеченного в движение снега объем (масса) лавины может изменяться от нескольких десятков кубометров (тонн) до нескольких миллионов кубометров (тонн) снега. В свою очередь, поражающая способность лавин различна. Так, лавина в 10 м<sup>3</sup> представляет опасность для человека или для легкой техники. А, крупные лавины - в состоянии разрушить капитальные инженерные сооружения, образовать трудно или непреодолимые завалы на путях движения наземного транспорта различных видов.

Следующей основной характеристикой движущейся лавины является ее **скорость**. При этом следует различать скорость перемещения фронта лавины и скорость течения за фронтом. Следует отметить, что для упрощенных снеголавинных расчетов наиболее важна скорость во фронтальном сечении (скорость лавины), величина которой может достигать 100 м/с.

Еще одной основной характеристикой является **сила удара лавины**, достигающая 40 т/м<sup>2</sup>, а при наличии в теле лавины инородных включений и больших значений (до 200 т/м<sup>2</sup>). Она непосредственно определяет величину воздействия лавины на объекты, находящиеся в зоне ее действия. При этом, лобовой удар лавинного снега по преграде сменяется давлением обтекания, если лавина не останавливается перед препятствием, а многие сухие лавины сопровождаются снежно-пылевым облаком. Некоторым лавинам предшествуют воздушная ударная волна. Удары воздушной волны и снежно-пылевого облака сходны с ударом воздушной волны при взрывах. Следует отметить, что удар водонасыщенного лавинного потока аналогичен удару насыщенной воздухом жидкости или селевой массы.

Следующая основная характеристика лавины - **дальность выброса**. Она, важна для оценки возможности поражения объектов, расположенных в лавиноопасных зонах. При этом, различают:

- ✓ максимальную дальность выброса и
- ✓ наиболее вероятную, или среднемноголетнюю.

В свою очередь, максимальную возможную дальность выброса (расстояние, которое может преодолеть лавина при наиболее благоприятных для данного очага условиях) определяют расчетным путем, а наиболее вероятную (или среднемноголетнюю) дальность выброса - определяют непосредственно на местности. Наиболее вероятную (или среднемноголетнюю) дальность выброса оценивают при необходимости размещения сооруже-

ний различного назначения в зоне действия лавин на длительный период. Она совпадает с границей конуса выноса лавинного очага.

**Повторяемость схода лавин** - это важная временная характеристика лавинной деятельности. При этом, различают:

- среднемноголетнюю и
- внутригодовую (внутрисезонную) повторяемость схода лавин.

Первая определяется как частота схода лавин в данном лавинном очаге в среднем за многолетний период, а внутригодовая повторяемость представляет собой повторяемость схода лавин в лавинном очаге за зимний и весенний периоды. Следует отметить, что в отдельных районах за зиму и весну лавины могут сходить по 15 - 20 раз.

Еще одна характеристика лавин - **плотность лавинного снега** - один из важнейших физических параметров лавин, от которого зависят сила удара лавины, трудозатраты на ее расчистку или возможность движения по ней. Она составляет для лавин из сухого снега 200 - 400 кг/м<sup>3</sup>, а из мокрого снега 300 - 800 кг/м<sup>3</sup>.

Одной из важнейших характеристик (особенно для проведения аварийно-спасательных работ) является **высота (или мощность) лавинного потока**. Наиболее часто мощность потока лавин составляет 10 - 15 м.

И, наконец, последней из основных характеристик лавин является **потенциальный период лавинообразования**, который представляет собой интервал времени между сходами первых и последних лавин в данном районе. Эта важная характеристика лавины, которая обязательно учитывается при планировании режима деятельности людей на лавиноопасной территории.

Кроме вышеуказанных основных характеристик лавин, используются и другие, которые необходимо знать при планировании каких-либо конкретных мероприятий на лавиноопасной территории. К их числу относят:

- количество лавинных очагов,
- площадь лавинных очагов,
- срок начала и окончания лавиноопасного периода.

Последние характеристики различны для разных горных лавиноопасных районов.

Результаты многолетних наблюдений за процессами формирования и схода лавин на территории Российской Федерации позволяют выделить следующие лавиноопасные территории [1-5]:

- Хибинны на Кольском полуострове;
- Камчатка;
- Кавказские горы;
- хребты и нагорья Магаданской области и Якутии;
- Уральские горы;
- Саяны;
- Алтайские горы;
- хребты Прибайкалья.

Приведем примеры самых разрушительных лавин, которые произошли в нашей стране и в мире в последние годы.

10 апреля 2010 года на Камчатке сошедшая лавина накрыла вертолет Ми-8 "Камчатских авиалиний", совершивший плановую посадку на перевале Дукуп. Предполагается, что сход лавины спровоцировали сноубордисты, поднявшиеся по склону для катания. По данным МЧС России лавина, объем которой превысил 1 миллион кубометров, тащила вертолет по склону горы порядка 200 метров. В полете на борту находилось 18 человек, в том числе семь россиян: три члена экипажа, внук командира и пассажиры, 11 сноубордистов из Германии, один гражданин Бельгии. В результате инцидента погибли 10 человек - пятеро граждан ФРГ и пятеро россиян [5].

Наиболее печальные последствия, связанные с гибелью большого количества людей имел сход лавины в Афганистане 24-28 февраля 2015 г., когда в результате схода лавин в северо-восточных провинциях Афганистана (Панджшер, Бадахшан, Нуристан, Нангархар, Лагман и Бамиан) погибли 310 человек. К серии происшествий привели сильные снегопады, прошедшие в более чем половине провинций страны. Больше всего от лавин пострадала провинция Панджер, где погибли 168 человек. Были разрушены десятки жилых домов [5].

4 марта 2012 г. в результате схода лавины в провинции Бадахшан на северо-востоке Афганистана погибли 56 и пропали без вести 145 человек. Снежная масса накрыла отдаленную деревню (по разным данным - Дасти в округе Дарзаб или Шерин Назим в округе Шекай), в которой проживали до 24 семей. Спасатели смогли добраться до места происшествия только спустя двое суток. Четверо пострадавших были эвакуированы и прошли курс лечения в соседнем Таджикистане. Лавине предшествовали несколько дней сильных снегопадов [5].

9 февраля 2010 г. в результате схода серии снежных лавин на перевале Саланг (горный массив Гиндукуш, Афганистан), который связывает Кабул с расположенным севернее городом Мазари-Шариф, погибли 172 человека. Лавины обрушились на горный серпантин протяженностью почти в 4 км, на горных трассах оказались заблокированными около 3 тыс. человек. Помощь им оказывали подразделения афганской армии, военные вертолеты доставляли продовольствие и палатки. Спасательные работы были сильно затруднены погодными условиями - холодом, ветром и снегопадом. Расчистить завалы удалось лишь к середине февраля 2010 г. [5].

Все это свидетельствует о том, что для борьбы с лавинами необходимо проводить комплексы противолавинных мероприятий. При этом, одним из современных, эффективных и экологически чистых способов предупреждения схода лавин, вызываемых снегопадами и дождем является способ и технология предупреждения выпадения осадков основанная на электрофизических методах управления атмосферными процессами, разработанная сотрудниками ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) в последнем десятилетии двадцатого века [9,11-13,15,17,20].

Таким образом, можно сделать вывод о том, что четкая всесторонняя организация проведения комплекса предупредительных мероприятий и мероприятий по смягчению последствий лавин повысят защищенность населения и территорий от этих опасных природных процессов, вызываемых различными причинами.

## Литература

1. <https://nature.ru/stati-o-prirode/prirodnnye-yavleniya/lavina.html>.
2. Справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, природного и экологического происхождения /временные/. Часть 1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях. - М.: ВНИИ ГОЧС. - 1990.
3. <http://skikipedia.ru/baza/tourism/snezhnaya-lavina.html>.
4. ГОСТ Р 22.0.03-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: ИПК издательство стандартов. - 1995.
5. <https://ria.ru/20170119/1486035592.html>.
6. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Головкин. Методический подход к оценке рисков возникновения дорожно – транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного процесса в условиях чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №3 за 2013 год.
7. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. Особенности обеспечения экологической безопасности автомобильного транспорта. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №4 за 2013 год.
8. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Юдин С.С. Оценка рисков возникновения дорожно – транспортных происшествий в Российской Федерации при организации перевозочного

процесса в условиях чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №5 за 2013 год.

9. Подрезов Ю.В., Тимошенко З.В. Анализ особенностей современных способов борьбы с лесными пожарами и чрезвычайными лесопожарными ситуациями. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №2 за 2014 год.

10. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С. Анализ особенностей состояния атмосферы крупных городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2015 год.

11. Подрезов Ю.В. Проблемные аспекты исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2015 год.

12. Подрезов Ю.В. Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 год.

13. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Виноградов А.В., Тимошенко З.В. Теоретические исследования и экспериментальные работы отечественных ученых в области физики облаков. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2016 год.

14. Подрезов Ю.В., Донцова О.С., Тимошенко З.В. Анализ современного состояния проблемы потепления климата на земле. Журнал "Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций", № 6 за 2016 год.

15. Подрезов Ю.В. Обобщенный анализ современных способов и средств управления атмосферными процессами. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 6 за 2016 год.

16. Подрезов Ю.В. и Борисова Л.Р. Метод и алгоритм оценки спасателей и граждан, приобретающих статус спасателя на право ведения газоспасательных работ. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №4 за 2017 год.

17. Подрезов Ю.В. Особенности формирования и предупреждения опасных вихревых процессов в атмосфере Земли, основные характеристики опасных вихревых процессов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №5 за 2017

18. Подрезов Ю.В. Особенности борьбы с наводнениями в современных условиях. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №6 за 2017 год.

19. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Донцова О.С., Тимошенко З.В. Анализ статистических данных по наводнениям в Российской Федерации за период с 2012 по 2017 годы и меры МЧС России по реагированию на них в 2017 году. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2018.

20. Подрезов Ю.В. Современные способы и технологии защиты сельскохозяйственных культур от природных опасностей и чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2018.

21. Подрезов Ю.В. Особенности возникновения и развития грозových и градовых процессов в атмосфере Земли. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 1 за 2019.

### Сведения об авторах

**Агеев Сергей Владимирович** - начальник 5 научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ), тел. (495)-449-99-58, 8-905-748-15-62; электронная почта: asvaser@yandex.ru

**Подрезов Юрий Викторович** - доцент, главный научный сотрудник ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ); Москва, ул. Давыдовская, д.7, тел. (495) 449 90 25, заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). 8-903-573-44-84, E-mail: uvp4@mail.ru

**Романов Александр Семенович**, заместитель начальника 5 центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); тел.: 8-903-625-92-47; e-mail: romalsem@yandex.ru.

**Тимошенко Зинаида Владимировна** - научный сотрудник ВИНТИ РАН, 125190 ул. Усиевича, 20, тел. 8 (499) 155-44-26