

УДК 556

ОСОБЕННОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ, РАЗВИТИЯ И ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СЕЛЕЙ 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

Приведены основные особенности возникновения и динамики селевых явлений и процессов; причины их возникновения и классификация; особенности прогнозирования; предупреждения и борьбы с селями.

Сделан вывод о том, что на сегодня несовершенны методы исследования, мониторинга и прогнозирования селей. Нет достаточно эффективных технологий предупреждения селей и борьбы с ними. Поэтому необходимо продолжать изучение данного процесса, как одного из наиболее опасных природных процессов, и создание методов, технологий и системы мониторинга, прогнозирования, предупреждения селей, а также борьбы с селями. Вместе с тем, для предотвращения селей, вызываемых дождевыми осадками, возможно применение современных технологий, базирующихся на использовании специальных ионизаторов атмосферного воздуха типа "ГИОНК", функционирующих на базе электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы.

Ключевые слова: ионизатор атмосферного воздуха, классификация селей, мониторинг селей, предупреждение селей, причины образования селей, прогнозирование селей, селевой поток, сель, система мониторинга и прогнозирования селей.

FEATURES OF OCCURRENCE, DEVELOPMENT AND PREVENTION OF LANDSLIDES 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 presents the main features of occurrence and dynamics of mudflow phenomena and processes; their causes and classification; forecasting features; prevention and control of mudflows.. It is concluded that today the methods of research, monitoring and forecasting of mudflows are imperfect. No sufficiently effective technologies for the prevention of floods and the fight against them. Therefore, it is necessary to continue the study of this process as one of the most dangerous natural processes, and the creation of methods, technologies and systems for monitoring, forecasting, preventing mudflows, as well as combating mudflows. However, to prevent debris flows caused by rainfall, the application of modern technologies based on the use of special ionization of the atmospheric air of the "GINK", functioning on the basis of electrophysical methods of impact on atmospheric processes.

Keywords: atmospheric air ionizer, classification of landslides, monitoring of floods, prevention of floods, the reasons of formation of debris flows, prediction of landslides, mudflow, mudslide, system monitoring and forecasting floods.

Сели представляют серьезную опасность для населения, объектов экономики и окружающей природной среды в ряде регионов Российской Федерации и нередко приводят человеческим жертвам, разрушению промышленных и сельскохозяйственных предприятий транспортных магистралей.

Согласно ГОСТ 19179-73, под селем понимается стремительный поток большой разрушительной силы, состоящий из смеси воды и рыхлообломочных пород, внезапно возникающий в бассейнах небольших горных рек в результате интенсивных дождей или бурного таяния снега, а также прорыва завалов и морен [1]. Таким образом, как показывает практика и выполненный анализ литературных источников, сели является стихийным (особо опасным) гидрологическим явлением, если селевой поток угрожает населенным пунктам, спортивным, санаторно-курортным комплексам, железным и автомобильным дорогам, оросительным системам и другим важным объектам экономики [1-23].

В Российской Федерации на основе многолетних наблюдений выделены **селеопасные территории** под которыми понимаются территории, характеризующиеся интенсивностью развития селевых процессов, представляющих опасность для людей, объектов экономики и окружающей природной среды [2].

Рассмотрим механизмы зарождения селей.

В литературе встречается и такое определение селевого потока (селя) - это стремительные суловые потоки, состоящие из смеси воды и обломков горных пород, внезапно возникающие в бассейнах небольших горных рек. Они характеризуются резким подъемом уровня, волновым движением, кратковременностью действия (в среднем от одного до трех часов), значительным эрозионно-аккумулятивным разрушительным эффектом [3].

Непосредственными причинами зарождения селей служат ливни, интенсивное таяние снега и льда, прорыв водоемов, реже – землетрясения, извержения вулканов. Несмотря на разнообразие причин, механизмы зарождения селей имеют много общего и могут быть сведены к трем главным типам: эрозионному, прорывному и обвально-оползневому (табл. 1) [1-4].

Таблица 1

Механизмы зарождения селей

Тип	Исходные процессы (явления)	Этапы механизма зарождения	Характер взаимодействия с руслом
Эрозионный	Эрозия склонов и русла	Плоскостной смыв и размыв склонов и русла → возрастание насыщенности водного потока обломочным материалом → селевая волна	Движение потока контролируется руслом
Прорывной	Прорыв водоёма (озера, внутриледниковой емкости, водохранилища)	Водяная волна → размыв и вовлечение в движение обломочных масс → селевая волна	Наибольшая переработка русла
Обвально-оползневый	Срыв массива водонасыщенных горных пород	Обводнение массива и ослабление структурных связей → срыв (оползание) с разрушением структуры и начало течения → селевая волна	Перепополнение русла (растяжение): образование аккумулятивных форм

Следует пояснить, что при *эрозионном* механизме зарождения вначале идет насыщение водного потока обломочным материалом за счет смыва и размыва поверхности селевого бассейна и затем – формирование селевой волны в русле. Поэтому насыщенность селевого потока здесь часто близка к минимальной, а движение потока контролируется руслом.

Прорывной механизм зарождения характеризуется тем, что водяная волна за счет интенсивного размыва и вовлечения в движение обломочных масс превращается в селевую волну. При этом насыщенность такого потока высока, но изменчива, а турбулентность максимальна вследствие чего происходит наиболее значительная переработка русла.

В случае *обвально-оползневого* механизма зарождения происходит срыв массива водонасыщенных горных пород (включая снег и лед), а насыщенность потока и селевая волна формируются одновременно. В этом случае насыщенность потока близка к максимальной, а глубинная эрозия в зоне транзита сменяется аккумуляцией.

Анализ статистических данных позволяет сделать вывод о том, что при образовании и развитии селевых потоков прослеживаются три стадии их формирования:

первая - более или менее длительная подготовка на склонах и в руслах горных бассейнов материала, служащего источником для формирования селевых потоков (главным образом, в результате выветривания горных пород и горной эрозии);

вторая - быстрое перемещение скального, потерявшего равновесие материала с повышенных участков горных водосборов в пониженные по горным руслам в виде селевых потоков;

третья - аккумуляция селевых выносов в пониженных участках горных долин в виде русловых конусов или других форм селевых отложений.

Следует отметить, что каждый селевой водосбор состоит из трех зон:

- зоны селеобразования, где происходит питание водой и твердым материалом,
- зоны транзита,
- зоны селевых отложений или конуса выноса.

Данные многолетнего мониторинга свидетельствуют о том, что сели возникают при одновременном выполнении трех условий:

- а) наличия на склонах бассейна достаточного количества продуктов разрушения горных пород,
- б) наличия нужного объема воды для смыва или сноса со склонов рыхлого твердого материала и последующего его перемещения по руслам,
- в) наличия крутого уклона склонов водотока.

Основным условием возникновения селей является норма дождевых осадков, способная вызвать смыв продуктов разрушения горных пород и вовлечение их в движение. Нормы таких осадков для наиболее характерных в отношении образования селей горных районов исследованы и приводятся в специальной литературе.

Каждому горному району свойственна определенная статистика причин возникновения селей. Например, в целом для Кавказа причины возникновения селей распределяются следующим образом: дожди и ливни – 85%, таяние вечных снегов – 6%, сброс талых вод из моренных озер – 5%, прорывы завальных озер – 4%. Наиболее селеопасными регионом нашей страны является Кавказский [3].

Важно отметить, что при возникновении селей большое значение имеет крутизна склонов или энергия рельефа. Минимальный уклон селевого водотока – 10%, максимальный – до 100% [3].

Среди современных причин возникновения селей следует выделить и так называемые антропогенные факторы. При этом к антропогенным факторам формирования селей относятся: бессистемная вырубка лесов на горных склонах, деградация наземного и поч-

венного покрова нерегулярным выпасом скота и т.п. К антропогенным факторам следует отнести и техногенные факторы:

- неправильно организуемые отвалы отработанной горной породы горнодобывающими предприятиями;
- массовые взрывы горных пород при прокладке железных и автомобильных дорог и других сооружений;
- отсутствие рекультивации земель при строительстве и вскрышных работах в карьерах по добыче полезных ископаемых;
- переполнение искусственных водоемов и нереализуемый выпуск воды из ирригационных каналов, проходящих по горным склонам;
- повышенная загазованность воздуха отходами промышленных предприятий, губительно действующая на почвенно-растительный покров.

Сели, как и любой опасный природный процесс характеризуются рядом показателей. Кратко рассмотрим основные из них.

К основным характеристикам селей относятся [1-4]:

- **объем или мощность селя** (может составлять десятки и сотни тысяч, а иногда и миллионы кубических метров селевой массы);
- **максимальная сила удара** селевого потока о препятствие. Она составляет от 5 до 12 т/м²;
- **максимальный расход селевого потока** (твердой и жидкой фазы) без заторов во время движения примерно в 1,2 – 1,4 раза больше расхода воды, а при заторах – в 3 – 5 раза больше. Величина максимального расхода селевого потока может составлять от нескольких десятков до 2000 м³;
- **скорость движения селей** колеблется в пределах от 2 до 10 м/с., иногда и более. Существенным является то, что сель в отличие от водного потока часто движется не непрерывно, а отдельными валами, то почти останавливаясь, то опять ускоряя движение. Это происходит в основном вследствие задержки селевой массы в сужении русла, на крутых поворотах, в местах резкого уменьшения уклона. Если скорость течения селевого потока составляет 2,5 – 4,0 м/с, то при прорывах заторов она иногда достигает 10 м/с; при этом расходы воды увеличиваются в 3 – 5 раз. Максимальная скорость превышает среднюю в 1,5 – 2 раза;
- **продолжительность селей** - селевые потоки кратковременны. При этом продолжительность селей колеблется от десятков минут до нескольких часов, чаще всего продолжительность составляет 1 – 3 ч., иногда 8 и редко более 8 ч.;
- **максимальная высота вала водогрязевого потока**. При движении селя представляет собой сплошной поток из грязи, камней и воды. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует "голову" селя. При этом максимальная высота вала водогрязевого потока достигает 25 м;
- **структурный состав селевого потока** определяется долей твердого материала в объеме потока, которая в зависимости от геологических условий изменяется от 10 до 70%;
- **средняя и максимальная плотность селевого потока (селевой массы), или его объемный вес**. Плотность селевого потока колеблется в пределах 1,2 – 1,9 т/м³ (в отдельных случаях доходит до 2,0 т/м³). Иногда применяются такие характеристики, как средняя и максимальная глубина и ширина селя;
- **ширина селя** зависят от ширины русла, по которому движется селевой поток, и колеблется от 3 до 100 м;
- **глубина селевого потока** колеблется от 1,5 до 15 м;
- **длина русел селей** – от нескольких десятков метров до нескольких десятков километров;

- **внезапность возникновения селевого потока** - опасность селей не только в их разрушительной силе, но и во внезапности их появления. Следует иметь в виду невозможность предопределить заранее дату прохождения селя.

- **повторяемость** - что касается этой характеристики, то можно отметить, что повторяемость селей для разных селеопасных районов различна. Например, в Забайкалье мощные селевые потоки формируются обычно через 5 – 6 лет. В бассейнах ливневого и снегового питания, где имеется постоянный запас рыхлообломочного материала для питания селей, сели повторяются относительно часто (один раз в 2 – 4 года, иногда несколько раз в течение года) и связаны, в основном, с периодами выпадения значительных осадков. Весьма мощные селевые потоки (вынося 2 – 4 млн. м³ обломочного материала) повторяются относительно редко – один раз в 30 – 50 лет;

- **максимальные размеры в поперечнике крупнообломочных включений** (валунов, скальных обломков) для несвязных водо-каменных селей могут составлять 4 м, а для связных густых грязе-каменных селей – 10 м;

- **вязкость связных селей** - колеблется от трех пуаз до нескольких десятков, иногда и сотен. При значительной вязкости селевая масса напоминает густой бетонный раствор, в котором замешаны крупные осколки скальных пород.

Мы рассмотрели основные характеристики селевых потоков. Имеется и ряд других характеристик, имеющих меньшее применение.

Селевые потоки наносят большой ущерб народному хозяйству, природе, угрожают жизни людей, прежде всего, жителей городов и населенных пунктов, находящихся на пути селя.

Суммарный ущерб от прохождения селей исчисляется сотнями миллионов рублей ежегодно.

Следует отметить, что территория Российской Федерации отличается разнообразием условий и форм проявления селевой активности. Все селеопасные горные районы разделяются на две зоны – теплую и холодную. Теплую зону образуют умеренный и субтропический климатические пояса, в пределах которых селепроявления развиты в форме водо-каменных и грязе-каменных потоков. Причина возникновения селей в большей части из них - ливневые осадки. Регионы теплой зоны: Крымский, Кавказский, Уральский, Копетдагский, Южносибирский, Амуро-Сахалинский и Курило-Камчатский.

В свою очередь, холодная зона охватывает селеопасные районы Субарктики и Арктики. В этих районах в условиях дефицита тепла и вечной мерзлоты преимущественно распространены водо-снежные селевые потоки. К регионам холодной зоны относят: Западный, Верхоянско-Черский, Колымско-Чукотский, Арктический.

Большие убытки приносят сели в Закавказской селеопасной области. Только на одной Закавказской железной дороге насчитывается свыше 15% участков, подверженных селевой угрозе. Большой ущерб от селевых потоков терпят транскавказская автомобильная Военно-Грузинская дорога.

На Большом Кавказе селеопасны 76,5% рек, на Малом Кавказе – 7,8%, в том числе в Нахичеванской АССР – все реки [1-4].

На Северном Кавказе особенно активно селевые потоки формируются в Кабардино-Балкарии, Северной Осетии и Дагестане. Это прежде всего бассейны реки Терек (реки Баксан, Чегем, Черек, Урух, Ардон, Цей, Садон, Малка), бассейны реки Сулак (реки Аварское Койсу, Андийское Койсу) и бассейны Каспийского моря (реки Курах, Самур, Шиназчай, Ахтычай). Вследствие негативной роли антропогенного фактора (уничтожение растительности, выработка карьеров и т.п.) начали развиваться селевые явления и на Черноморском побережье Северного Кавказа (район г. Новороссийска, участок Джубга-Туапсе-Сочи).

На Кавказе селевые потоки проходят преимущественно в июне – августе (около 80%) [1-4].

Для Сибири и Дальнего Востока наиболее селеопасными территориями являются районы Саяно-Байкальской горной области, в частности, Южное Прибайкалье в зоне северных склонов Хамар-Дабанского хребта, южные склоны Тункинских гольцов (бассейн реки Иркут), бассейн реки Селенги, а также отдельные участки Северо-Муйского, Кодарского и др. хребтов в зоне трассы Байкало-Амурской магистрали (север Читинской области и Бурятии). В Северном Прибайкалье селевые процессы развиты в пределах Станового нагорья. Высокая селевая активности имеет место в отдельных районах Камчатки (например, Ключевская группа вулканов), а также в некоторых горных бассейнах Верхоянского хребта. В Сибири сели формируются в низкогорье ранней весной, в среднегорье – в начале лета и в высокогорье – в конце лета [1-4].

Помимо указанных районов, селевые явления характерны для горных районов Приморья, острова Сахалин и Курильских островов, Урала (особенно Северного и Приполярного), Кольского полуострова (в Хибинах и в районах Ловозерских тундр), а также Крайнего, Севера и Северо-Востока России [1-4].

Таким образом, еще раз подчеркнем, что в Российской Федерации Кавказский регион является наиболее селеопасным.

Особо следует сказать о классификации селей.

Перечислим, в рамках данной статьи, лишь общие критерии классификации селей.

Сели классифицируются [1-4]:

- на основе главных факторов возникновения селей;
- на основе первопричин возникновения селей;
- по объему единовременных выносов;
- по типам селевых стоков и их воздействию на сооружения.

Существует и ряд других классификационных признаков, которые используются реже в практике и теории.

Подробное изложение подходов в классификации селей лежит за пределами настоящей статьи.

В интересах предупреждения негативных последствий селей организуется заблаговременное и оперативное прогнозирование селевых потоков.

Под прогнозированием селей, или прогнозом селеопасности, понимается заблаговременное предсказание формирования селевого потока в данном селеактивном районе [1-4].

Прогнозы селеопасности и предупреждения об ожидаемом возникновении стихийных селевых явлений в Российской Федерации составляются по районам своей ответственности подразделениями Росгидромета в республиках и областях на основании детального анализа информации, получаемой от гидрометстанций и постов.

Прогнозирование селевых явлений включает в себя:

- прогнозирование селей в пространстве,
- прогнозирование селей во времени
- прогнозирование значений некоторых основных характеристик селей.

При этом под пространственным прогнозированием селей понимается оценка селеопасности территорий и определение границ районов формирования селевых потоков, то есть такое прогнозирование, которое дает ответ на вопрос – где могут возникать и развиваться селевые потоки.

Прогнозирование селевых явлений во времени предполагает определение времени и условий, при которых могут формироваться селевые потоки, то есть прогнозирование, отвечающее на вопрос – когда могут формироваться селевые потоки в данном горном бассейне или долине.

В свою очередь, при прогнозировании характеристик селевого потока важнейшее значение имеет предсказание времени добегания селевого потока от места зарождения или сигнального створа до защищаемого объекта, то есть противоаварийное прогнозирование, отвечающее на вопрос о количестве времени, имеющемся в распоряжении людей для проведения спасательных мероприятий.

Нормативные документы Росгидромета по заблаговременности прогнозы селеопасности подразделяют на:

- сверхдолгосрочные (до 3 месяцев);
- долгосрочные (3 – 4 недели);
- краткосрочные (1 – 3 дня);
- оперативные, определяющиеся временем добегания селевой волны до объекта. Наиболее достоверными являются краткосрочные и оперативные прогнозы.

Основой пространственного прогнозирования селей является составление карт (бумажных или электронных): обзорных, среднемасштабных и крупномасштабных. С помощью обзорных карт (масштаб от 1:1000000 до 1:100000000) пользователь имеет возможность выявить общее распределение селеопасных территорий в пределах республики, группы республик, страны или глобальные, суммарные площади селеопасных территорий, выделить наиболее опасные регионы.

Прогнозирование времени формирования селевых потоков представляет собой, по существу, количественное выражение условий, при которых возможно возникновение селевых потоков. Вероятность селепроявления на территории выявленных селевых бассейнов основывается на прогнозе дождевой и гляциальной селеопасности (гляциальный сель — селевой поток, формирование которого связано с нарушением устойчивости ледниково-моренных комплексов; жидкая составляющая потока образуется преимущественно за счет талых ледниковых вод).

При прогнозировании параметров селевых потоков, прежде всего, необходимо оценить максимальный водный расход паводка, являющегося источником водного питания селя.

Существует множество методов и методик пространственного прогнозирования селей, прогнозирования их во времени, а также прогнозирования параметров селевых потоков, изложенных в научной литературе и закрепленных в нормативной базе Росгидромета. Их рассмотрение лежит за рамками данной статьи.

Прогнозирование селей является одним из важнейших мероприятий по предупреждению селей и смягчению их последствий.

Следует отметить, что под **противоселевой защитой** понимается комплекс охранно-ограничительных и инженерно-технических мероприятий, направленных на предотвращение возникновения и развития селевых процессов, а также своевременное информирование органов исполнительной власти или местного самоуправления и населения об угрозе возникновения селей [2].

Противоселевые мероприятия подразделяются на основные группы, различающиеся способами решения задачи борьбы с селевой угрозой:

- организационно-хозяйственные;
- агротехнические;
- лесомелиоративные;
- гидротехнические.

При этом первые три группы мероприятий направлены на предупреждение селей в самих очагах их образования, а гидротехнические – на борьбу с уже сформировавшимися селями.

Первая группа мероприятий - организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают: запрещение строительства в руслах селевых бассейнов промышленных предприятий, жилых и производственных зданий и сооружений, автомобильных и железных дорог и других объектов народного хозяйства без надежных мер по защите от се-

левых потоков; охрану горных пастбищ; превращение их, где это возможно, в сенокосы, частичное или полное запрещение выпаса на них скота; подсев растений на разбитых и смытых пастбищах; полное прекращение пахоты на крутых склонах.

Кроме того, эти мероприятия включают также организацию службы оповещения о селевой угрозе. Ввиду отсутствия сколько-нибудь надежного метода заблаговременного прогнозирования момента начала движения селевого потока особое значение приобретает получение метеоинформации (штормовой информации). Для этого используется специальное устройство – радиооповеститель селя (РОС): заключенный в металлическую защитную трубу стальной трос, натянутый поперек русла. При прохождении селя трос разрывается, при этом электрический импульс поступает в радиосигнальное устройство. Радиосигнал немедленно поступает в штаб противоселевой защиты.

Вторая группа мероприятий - агротехнические мероприятия включают в себя:

- обработку почвы поперек склонов;
- правильный посев и уход за посевами;
- террасирование горных склонов;
- создание почвозащитных буферных полос;
- недопущение посевов пропашных культур;
- приемы по защите от эрозии и т.п.

Третья группа мероприятий - лесомелиоративные мероприятия предполагают осуществление таких мер как охрана лесов на горных склонах от вырубки, борьба с вредителями и болезнями леса, облесение горных склонов и русел водотоков.

И наконец, **четвертая группа мероприятий** - гидротехнические мероприятия - включают строительство противоселевых гидротехнических сооружений. По характеру воздействия на селевые потоки эти сооружения можно разбить на 4 группы [1-4]:

- селерегулирующие,
- селеделительные,
- селезадерживающие
- селетрансформирующие [4].

Следует отметить, что селерегулирующие гидротехнические сооружения по своему назначению делятся на четыре подгруппы: селепропускные, селенаправляющие, селебрасывающие и селеотбойные. При этом, селепропускные сооружения (селепропуски, селеотводы, лотки, селедуки) устраиваются для пропуска селевых потоков под (или над) защищаемыми объектами или в обход их. В свою очередь, селенаправляющие сооружения (подпорные стенки, опояски, дамбы) устраиваются с углом отклонения менее 15° к оси движущегося селевого потока для пропуска его вдоль защищаемого сооружения. Селебрасывающие сооружения (запруды, перепады, быстротоки, пороги) располагаются в русле горного водотока в местах с большим уклоном русла с целью укрепления дна и берегов русла и защитных береговых сооружений. Селеотбойные сооружения (полузапруда, бумы, шпоры) устраиваются перед защитными дамбами, опоясками и подпорными стенками с углом отклонения менее 25° к оси движущегося селевого потока [1-4].

Особенностью назначения селеделительных гидротехнических сооружений (щелевые запруды, тросовые селерезы и селезаградители) является то, что они устраиваются для задержания крупной и пропуска мелкой фракции селевого потока [1-4].

Следует отметить, что селезадерживающие гидротехнические сооружения по своему назначению делятся на две подгруппы: глухие и с отверстиями. Селезадерживающие глухие гидротехнические сооружения (плотины, котлованы, обвалования) устраиваются для задерживания, как селевых потоков, так и других видов горного стока. Селезадерживающие гидротехнические сооружения с отверстиями (плотины с отверстиями) устраиваются для задерживания массы селевых потоков и пропуска паводкового стока [1-4].

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения предназначены для трансформирования структурных селевых потоков в паводки. Для этого в русле основной реки или в ее притоке, куда впадает селеформирующий ручей, строится водохранилище. При достижении русла основной реки селевой поток пополняется водой из водохранилища, тем самым, уменьшая консистенцию селя. Таким образом, селевой поток переходит в обычный паводок [1-4].

В последние десятилетия нередко на пути прорывных паводков создают регулирующие емкости, за счет чего максимум паводка снижается до того, как он достигнет зоны питания селя обломочным материалом. Иногда при защите очень важных объектов экономики или городов прибегают к строительству селехранилищ путем возведения высоких плотин.

Анализ современного состояния системы мониторинга и прогнозирования селей позволяет сделать вывод о том, что на сегодня несовершенны методы исследования, мониторинга и прогнозирования селей. Нет эффективной системы мониторинга и прогнозирования селей. Нет достаточно эффективных технологий предупреждения селей и борьбы с ними. Поэтому необходимо продолжать изучение данного процесса, как одного из наиболее опасных природных процессов, разрабатывать эффективные технологии предупреждения селей и борьбы с ними. Кроме того необходимо создавать эффективную комплексную систему мониторинга, прогнозирования и предупреждения селей, а также борьбы с ними.

Однако следует отметить что для предотвращения селей, вызываемых дождевыми осадками, возможно применение современных технологий, базирующихся на использовании специальных ионизаторов атмосферного воздуха типа "ГИОНК", функционирующих на базе электрофизических методов воздействия на атмосферные процессы.

Для предотвращения природных ЧС и смягчения их последствий ученые ФГБУ ВНИИ ГОЧС (ФЦ) в конце 90-х годов прошлого века создали ионизатор атмосферного воздуха для открытого пространства типа "ГИОНК" (генератор ионов кислорода), который является *универсальным и гарантированным, с точки зрения достижения прикладных результатов управления метеопроцессами*, средством воздействия на атмосферные процессы [19].

В основе функционирования указанного ионизатора лежит принцип копирования процессов естественной (природной) "атмосферной машины" по формированию погодных условий над определенными территориями. Иначе говоря, при создании аппаратуры и технологий применения разработанных ионизаторов изучены, исследованы и "скопированы" естественные процессы формирования погоды в атмосфере Земли.

В основу воздействия на атмосферные процессы заложен принцип трансформации метеобразований путём создания в атмосфере конвективных токов воздуха при помощи электрического поля ионизаторов типа "ГИОНК".

Принцип действия ионизатора заключается в создании управляемых локальных конвективных ячеек в тропосфере вблизи от защищаемого объекта [19].

Краткие технические характеристики одного специального ионизатора атмосферного воздуха типа "ГИОНК" приведены в табл. 2.

Таблица 2

Краткие технические характеристики одного ионизатора типа "ГИОНК"

Наименование	Значения
Масса (брутто)	70 кг
Габариты в рабочем состоянии (Д*Ш*В)	1,6м*1,6м*2м
Габариты при оперативной транспортировке	1м*1м*1м
Размер рабочей площадки для развёртывания на местности	3м*3м

Мобильно-стационарный комплекс на базе специальных ионизаторов атмосферного воздуха типа “ГИОНК” (далее - Комплекс) позволяет в период от нескольких часов до трех суток (в зависимости от количества работающих ионизаторов и исходных метеоусловий) достигать целей управления атмосферными процессами: предотвращает или прекращает выпадение осадков, в полосе проекция которой на земную поверхность близка к форме эллипса малая ось которого составляет приблизительно 5-10 км, а большая - 30 - 40 км (в некоторых метеоситуациях - при сильном ветре - до 100 км). Поэтому применение такого Комплекса возможно для эффективной борьбы дождевыми селями.

Таким образом, можно говорить о создании эффективных и экологически чистых способов, устройства и технологий предупреждения и ликвидации чрезвычайных ситуаций природного характера, вызываемых селями.

Литература

1. ГОСТ 19179-73. Гидрология суши. Термины и определения. М.: Издательство стандартов. - 1988.
2. ГОСТ Р 22.0.03-95. Безопасность в чрезвычайных ситуациях. Природные чрезвычайные ситуации. Термины и определения. – М.: ИПК издательство стандартов. - 1995.
3. Справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, природного и экологического происхождения (временные). Часть 1. Общие сведения о чрезвычайных ситуациях. - М.: ВНИИ ГОЧС. - 1990.
4. Справочные данные о чрезвычайных ситуациях техногенного, природного и экологического происхождения (временные). Часть 2. Прогнозирование последствий крупных аварий и стихийных бедствий.- М.: ВНИИ ГОЧС. - 1990.
5. <http://opolzni.ru/%D0%BE%D0%BF%D0%BE%D0%BB%D0%B7%D0%BD%D0%B8-%D1%87%D1%82%D0%BE-%D1%8D%D1%82%D0%BE/>
6. Петров Н.Ф. Оползневые системы. Простые оползни (аспекты классификации). Кишинев: Изд-во «Штиинца». - 1987. -161 с.
7. Cruden D.M. A simple definition of a landslide: Bulletin of the International Association of Engineering Geology. -1991. Vol. 43. -P. 27-29.
8. WP/ WLI (International Geotechnical Societies UNESCO Working Party on World Landslide Inventory) A suggested method for describing the activity of a landslide. Bulletin of the International Association of Engineering Geology. - 1993. -№47. - P.53-57.
9. <https://scibook.net/jiznedeyatelnosti-bjd-bezopasnost/analiz-prognozirovanie-obvalov-18183.html>.
10. Подрезов Ю.В. Анализ основных климатических изменений на Земле и возможные их последствия. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск № 2.- М.: ВИНТИ. - 2012.
11. Подрезов Ю.В. Анализ особенностей загрязнения атмосферы городов. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций». Выпуск №2.- М.: ВИНТИ. - 2013.
12. 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.
13. Подрезов Ю.В. Проблемные аспекты исследований по активным воздействиям на атмосферные процессы. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2015 год.
14. Подрезов Ю.В. Основные особенности формирования погодных процессов в атмосфере Земли. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 5 за 2015 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., Донцова О.С., Тимошенко З.В. BIM - моделирование зданий и сооружений. Повышение оперативности их строительства и безопасности эксплуатации. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», №2 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.

19. Агеев С.В., Подрезов Ю.В., Романов А.С., Тимошенко З.В. Современные и перспективные средства и система борьбы с опасными метеорологическими процессами, базирующиеся на электрофизических методах воздействия на атмосферные процессы. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2018.

20. Подрезов Ю.В. Особенности воздействия на метеоусловия с использованием химреагентов в интересах предупреждения чрезвычайных ситуаций природного характера. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 3 за 2018.

21. Подрезов Ю.В. Современные особенности мониторинга и прогнозирования чрезвычайных ситуаций. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 4 за 2018.

22. 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.

23. Подрезов Ю.В. Особенности возникновения и развития вихревых процессов в 2018 году. Журнал «Проблемы безопасности и чрезвычайных ситуаций», № 6 за 2018.

Сведения об авторах

Агеев Сергей Владимирович, начальник научно-исследовательского центра федерального государственного бюджетного учреждения «Всероссийский научно-исследовательский институт по проблемам гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций МЧС России» (Федеральный центр науки и высоких технологий) (ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ)); тел.: 8-905-748-15-62; e-mail: asvaser@yandex.ru;

Подрезов Юрий Викторович, доцент, главный научный сотрудник научно-исследовательского центра ФГБУ ВНИИ ГЧС (ФЦ); заместитель заведующего кафедрой Московского физико-технического института (государственного университета). Тел.: 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 Москва, ул. Усиевича, 20, тел. 8 (499) 155-44-26