

ных километров, а ширина зоны русло-переформирования — до 2 км.

Наибольшую опасность представляет комплексное воздействие одновременной массовой активизации таких экзогенных геологических процессов, как сели, оползни и переформирование русел рек. Комплекс ЭГП при условии предварительной подготовки геологической среды формируется в теплый период года при прохождении глубоких циклонов и тайфунов. В механизме его образования на о. Сахалин доминируют геологические и геоморфологические факторы. Цикличность активизации ЭГП связана с подготовкой геологической среды и с интенсивностью увлажнения.

Одним из важных факторов, определяющих интенсивность развития ЭГП в низкогорьях острова, является количество воды, находящейся в связанном и свободном состоянии в грунтах потенциально селевых и оползневых массивов. Увлажнение грунтов обусловлено осадками, выпадающими на территории, и температурным режимом.

Авторами статьи были проанализированы данные о состоянии потенциальных селевых и оползневых массивов на реперных участках, а также характеристики селевых, оползневых и русловых процессов во время их массовой активизации 22–24 июня 2009 года.

Результаты анализа данных

Для определения периодичности возникновения условий, вызывающих массовое оползне- и селеформирование, авторы проанализировали количество выпавших осадков по данным гидрометеорологических станций (ГМС) Поронайск, Холмск и Макаров (рис. 1), расположенных в районах интенсивного развития ЭГП и имеющих достаточные ряды наблюдений за осадками. Полученные результаты можно свести к двум типам циклов: (1) малый цикл (6–7 лет) и (2) большой цикл (17–20 лет, когда чередуются два малоосадочных и один цикл с большим количеством осадков). Год от года отмечаются значительные вариации выпадения осадков. При этом циклы со значительным выпадением осадков чередуются с малоосадочными циклами.

Сопоставление данных о выпадении осадков с данными о периодах массового оползне- и селеобразования дает следующие результаты.

По имеющимся сведениям, наибольшее количество случаев массовой активизации ЭГП (9 случаев) приходится на цикл наибольшего увлажнения в 1955–1973 годах. В следующем цикле малого увлажнения в 1973–1990 годах таких случаев всего 3. С начала XXI века до июня 2009 года был зафиксирован только 1 случай массовой активизации ЭГП (в 2002 году). С 2002 года количество выпадающих на террито-



Рис. 2. Город Макаров, ул. Набережная. Дом в конусе выноса склонового грязевого селя. Фото Ю.В. Генсировского



Рис. 3. Конус выноса грязекаменного селевого потока на полотне автомобильной дороги. Фото Е.Н. Саложникова



Рис. 4. Расчищенный конус выноса грязекаменного селя, сошедшего на железнодорожные пути в районе станции Заозерная. Фото Ю.В. Генсировского



Рис. 5. Отложения селевого потока выше трассы нефтегазопроводов проекта «Сахалин-2». Фото Ю.В. Генсировского



Рис. 6. Подмыв и частичное обрушение сооружений инженерной защиты на р. Пулька. Фото Ю.В. Генсировского



Рис. 7. Оползень-оплывина. Фото Ю.В. Генсировского

рию Сахалина осадков уменьшилось и по своим значениям приблизилось к минимуму, наблюдавшемуся с середины 40-х до начала 50-х годов XX века. В настоящее время 7-летний цикл малого увлажнения закончился.

По данным наблюдений, в 2008–2009 годах количество выпавших осадков превысило средние значения. Так, в Макаровском районе Сахалинской области за зимний сезон выпало 140% от суммы среднегодовых значений осадков для данного района (причем за март — 200%). Таким образом, в период, предшествующий прохождению циклона 22–24 июня 2009 года, в грун-тах потенциальных селевых и оползневых комплексов был накоплен значительный запас влаги. Выпадение большого количества осадков (103 мм за сутки в г. Макарове) привело к массовой активизации ЭГП на восточном побережье Сахалина.

Селевые потоки

Состав горных пород территории острова Сахалин способствует широкому развитию селей. Это слабосцементированные алевролиты, аргиллиты и песчаники (легко размываемые и размокаемые), насыщающие селевой поток глинистыми фракциями, в сочетании с прочными интрузивными, вулканогенными и метаморфическими породами, формирующими валунно-глыбовую составляющую потоков.

При обследовании территории рассматриваемого региона было отмечено более 50 случаев схода селей (в основном грязекаменных и грязевых). Максимальный зафиксированный объем селевых отложений составил 3 тыс. м³, мощность — 2,0 м. Максимальная дальность выброса селя составила 1000 м, высота заплеска селевой волны — 2,2 м.

В городе Макарове по улице Набережной (одновременно являющейся основной магистралью, соединяющей северную и южную части острова) сошло более 15 грязевых склоновых селей. Отложениями селевых потоков мощностью 0,3–0,4 м был замыв 300-метровый участок проезжей части. А толщина селевых отложений у домов № 70, 72 и 74 достигла 1,0 м (рис. 2).

Значительное количество селевых потоков было отмечено и на участке 190–196 км автомобильной дороги Южно-Сахалинск — Оха (рис. 3). На этом же участке побережья селем было повреждено полотно железной дороги (рис. 4). Были разрушены и замывы водопропускные устройства на дорогах.

В горной части района обследования воздействию селей подверглась трасса нефтегазопроводов «Сахалин-2». Выход селевого потока к трассе отмечен в районе хребта Жданко (см. рис. 4). Пробег селя составил 800 м, длина зоны аккумуляции — 100 м, средняя толщина отложений — 0,7 м (максималь-

ная -
объе
павс
брос
зопр
за с
С
ны
Зде
дени
сы
шел
шел
про
лев
ку
700
их
лев
сре
0,7
15
пов
за
габ

Оп

ва
ве
ге
но
ми

24
те
но
нь
ви
ог
щ
те

б
10
р
в
М
г

б
а
л
р
н
м
н

!

с
:

пось и ось к реди- века. л ма-

008— сад— Так, ской 40% зний за з ле- нию рун- зне- ачи- оль- л за ссо- по-

ная — 1,5 м), средняя ширина — 12 м, объем — около 1000 м³. Послеселевым паводком была смыта каменная наброска по оси створа трассы нефтегазопроводов (глубина эрозионного вреза составила 0,4–1,2 м).

Селевые потоки были зафиксированы и при обследовании реки Пулька. Здесь было отмечено 2 случая прохождения селей через створ и вдоль трассы нефтегазопровода. Один сел сошел по левому притоку Пульки и вышел в русло главной реки (его общий пробег составил 1000 м). Другой селевой поток сошел по правому притоку реки (общий пробег селя составил 700 м). Длина зоны аккумуляции у обоих потоков составила 300 м, объем селевых отложений — около 1500 м³, средняя толщина в месте остановки — 0,7 м (максимальная — 1,5 м), ширина — 15 м. На участке длиной 400 м были повреждены сооружения инженерной защиты нефтегазопроводов (подмыты габионы) (рис. 5).

ии ко- ены и аз- по- та- ка- ро- бо-

ас- но ов- жи- ие- ц- та

е- с- е- ю- й.

д- г- т-), х- е- л- 1-

Русловые процессы

Большая часть рек Сахалина относится к категории горных. Большая часть их водосборных бассейнов лежит в интервале абсолютных высот 350–1200 м при глубине расчленения рельефа 250–1000 м. Реки имеют малую длину, большие относительные высоты водосборов и большие уклоны русел. Площади большинства речных бассейнов составляют 1–15 км², длина водо-



Рис. 8. Последствия схода оползня. Разрушенные хозяйственные постройки и поврежденный жилой дом, г. Макаров, ул. Набережная. Фото Ю.В. Генсировского



Рис. 9. Последствия прохождения паводка — р. Лесная, забитый карчами пролет автодорожного моста. Фото Ю.В. Генсировского

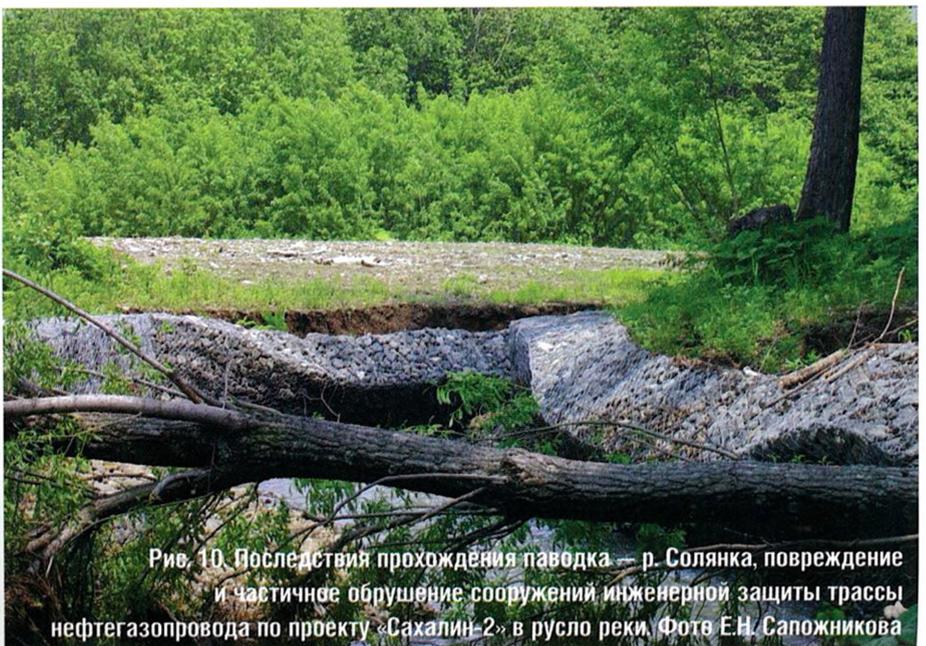


Рис. 10. Последствия прохождения паводка — р. Солянка, повреждение и частичное обрушение сооружений инженерной защиты трассы нефтегазопровода по проекту «Сахалин-2» в русло реки. Фото Е.Н. Саложникова

токов — 3–10 км; средневзвешенный уклон русла — 40–60‰; максимальный уклон — более 100‰. Уклоны водосборов малых рек могут достигать 500‰. При выпадении сильных осадков время добегания паводочной волны очень мало, вследствие чего на этих реках наблюдается резкий и сильный подъем уровня воды.

Во время сильных паводков большое влияние на динамику русловых процессов оказывают карчеходы. При этом длина завалов и заломов может превышать 300 м.

Во время паводка 22–24 июня 2009 года на реках района наблюдался резкий и значительный подъем уровня воды. На реке Лесной был зафиксирован уровень стояния высоких вод (УВВ) 3,5 м. Был отмечен значительный карчеход, вызвавший интенсивные плановые деформации русла на отдельных участках реки (до 5 м) и забивание карчами пролетов автодорожных мостов (рис. 9). На малых горных реках Солянка, Пулька и Крынка УВВ достигал 2,0 м. При этом были отмечены значительные завалы деревьев перед сооружениями инженерной защиты трассы нефтегазопроводов «Сахалин-2», а в ряде случаев — также подмыв защитных сооружений и проседание их в русло реки (рис. 10).

Выводы

Анализируя полученные в ходе проведения работ на реперных участках данные о состоянии потенциальных селевых и оползневых массивов, а также

метеорологические данные и характеристики селевых, оползневых и русловых процессов во время их массовой активизации, можно сделать следующие выводы.

1. В механизме образования комплекса экзогенных геологических процессов на острове Сахалин доминируют геологические и геоморфологические факторы. Цикличность активизации ЭГП связана с подготовкой геологической среды и интенсивностью увлажнения.

2. Количество и интенсивность осадков, выпадающих на территории Саха-

лина, определяют интенсивность развития оползневых, селевых и русловых процессов. В периоды выпадения сильных осадков на острове происходит массовое формирование селевых потоков и оползней, а также затопление территорий.

3. При выходе глубоких циклонов, сопровождающихся сильными осадками, каскадное и синергетическое воздействие селевых, оползневых и русловых процессов на объекты и сооружения приводит к одновременному их повреждению и разрушению во многих местах. ↻

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Казаков Н.А. Сейсмогенные факторы селевого процесса в низкорье (на примере о. Сахалин) // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2007. № 1. С. 75–81.
2. Казаков Н.А., Генсиоровский Ю.В. Влияние вертикального градиента осадков на характеристики гидрологических, лавинных и селевых процессов в низкорье // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2007. № 4. С. 342–347.
3. Казаков Н.А., Генсиоровский Ю.В. Катастрофические селевые потоки в низкорье о. Сахалина и их опасность для магистральных трубопроводов (на примере «Сахалин-2»): Сб. материалов VII научно-практической конференции «Проблемы прогнозирования чрезвычайных ситуаций». М.: Антистихия, 2007. С. 58–60.
4. Казаков Н.А., Жируев С.П. Таксономические категории природных селевых комплексов (на примере о. Сахалин): Материалы VI Всероссийской конференции «Оценка и управление природными рисками» («Риск — 2006»). М.: РУДН, 2006. С. 48–50.
5. Полуниин Г.В. Экзогенные геодинамические процессы гумидной зоны умеренного климата. М.: Наука, 1983. 249 с.
5. Полуниин Г.В. Динамика и прогноз экзогенных процессов. М.: Наука, 1989. 232 с.



НЕЗАВИСИМАЯ ЭКСПЕРТИЗА ТЕХНИЧЕСКИХ ЗАДАНИЙ, ПРОГРАММ, СМЕТ И МАТЕРИАЛОВ ИНЖЕНЕРНЫХ ИЗЫСКАНИЙ

ОАО «ПНИИС», основной институт в области инженерных изысканий в Российской Федерации, предоставляет услуги по проведению НЕЗАВИСИМОЙ экспертизы технических заданий, программ, смет и материалов инженерных изысканий. Большая часть нормативных документов, определяющих состав и порядок проведения инженерных изысканий, подготовлена в ОАО «ПНИИС». Институтом разрабатываются и обновляются справочники базовых цен. Проводится работа по надзору за качеством проведения инженерных изысканий для крупных заказчиков, таких как ОАО «Газпром», ОАО «НК «Роснефть», ОАО «Транснефть», и других. Высококвалифицированные эксперты ОАО «ПНИИС» предоставляют консультации изыскательским организациям, их заказчикам, органам государственной власти: исполнительной, законодательной и судебной.

ОБРАЩАЙТЕСЬ К НАМ, И МЫ ВАМ ПОМОЖЕМ

105187, Москва, Окружной проезд, д.18
Тел.: +7 (495) 366-3189, факс: +7 (495) 366-3190
E-mail: mail@pniis.ru www.pniis.ru