

Обзор геодезических методов при решении проблем оползнеопасных территорий

Проданов Федор Павлович – старший преподаватель кафедры Физической географии, геологии и землеустройства Приднестровского государственного университета имени Т.Г. Шевченко.

Аннотация: Статья является результатом исследования возможности применения геодезических систем при изучении оползневых процессов. Рассмотрены методы исследования напряженно-деформированного состояния пород оползневого склона. Описано множество вариантов построения карт опасных территорий. Приведены достоинства и недостатки каждого метода.

Ключевые слова: Оползневые процессы, геодезические методы, ГИС-технологии, методы наблюдения, съёмка, карты.

Актуальность. Активные урбанизационные процессы приводят к осознанию необходимости решения ряда глобальных и локальных геоэкологических проблем, вызванных распространением и активацией опасных природных и техноприродных процессов. Последствия таких процессов могут привести к катастрофическому разрушению зданий и сооружений, а также к гибели людей. Поэтому одной из основных проблем современной геоэкологии является наблюдение за состоянием и стабильностью густонаселенных территорий. В таких условиях прогнозирование оползней, их влияние на жилые районы и отрасли промышленности занимает первое место.

Одной из наиболее важных частей общего комплекса изучения режима оползневых процессов являются геодезические измерения за развитием оползневых смещений. Поэтому обоснование необходимой точности геодезических измерений, выбор метода таких наблюдений и разработка технологии их выполнения должны исходить из принципа получения наиболее полной и достоверной информации об оползневом склоне.

Широко известно насколько негативно влияние оползней. Для предупреждения ущерба от оползней, необходимо своевременно исследовать территорию и найти безопасные

участки [2].

Для начала разберемся, что представляют собой оползни и чем они могут быть вызваны. После этого рассмотрим методы наблюдения территорий, на которых велика вероятность появления оползней.

Итак, сами оползни- это невероятно критические геологические проявления. В данный момент строительство каких-либо сооружений, а также дорог ведется на оползневых склонах из-за чего очень часто формируются оползни.

Когда происходит вымывание нижнего слоя земли подземными водами, то верхние слои земли начинают оседать и перемещаться вниз по откосу под действием силы тяжести. Это происходит по причине повреждения равновесия склона.

Таким образом, причин возникновения оползней может быть несколько:

1. усиление наклона местности;
2. подмыв почвы водой;
3. уменьшение твердости естественных пород под влиянием осадков;
4. физико-механические признаки горных пород;
5. климатические.

Очень часто причиной оползней является деятельность человека, а именно его нерациональная хозяйственная и строительная работа.

Поэтому изучение местности и применение превентивных мер, оказывает огромное влияние на развитие оползневого процесса. Человек должен знать где и как строить инженерные сооружения, чтобы не допустить появления оползней, для этого он должен сделать анализ местности, а также изучить местные условия.

Для обнаружения оползней рекомендуется воспользоваться данными способами:

районирование местности с учётом угрозы оползневых процессов, по уровню твердости уклонов; по оценке пространственного и временного порядков несоответствий. Для исследования используются геодезические способы контроля за изменениями состояния склонов с применением GPS и лазерных нанотехнологий [4].

Так, на местности, которая опасна для построения сооружений, надо произвести инженерно-геологическое районирование. Нужно предоставить территории, отличающиеся естественными состояниями возникновения изменений уклона: крепкие, относительно крепкие и некрепкие; а еще разным уровнем удобства для строительства: подходящие, не совсем подходящие, неподходящие. Поэтому путь действий содержит маршрутный контроль, геофизическое изучение и анализ, полевой контроль земли, и др. Для контроля за оползнями нужна геодезическая реперная сеть на местности и использование нужных предметов (инклинометры, экстензометры). А из «Рекомендаций по количественной оценке устойчивости оползневых склонов» можно узнать, что самыми первыми источниками данных, которые можно и возможно использовать для разделения территорий на зоны по потенциалу оползней, являются топографические планы и карты, используемые в масштабе 1:2000 и меньше, поэтому для выявления степени оползневой опасности правильнее всего использовать планы именно этого масштаба. Точность планов и карт должна отвечать всем требованиям, которые действуют в нормативных документах РФ. В наши дни, вследствие того, что компьютерные технологии не стоят на месте и с каждым днем их развитие выходит на более продвинутые уровни, становится возможным изготовление топографических планов в виде ЦММ (цифровая модель местности). Важным аспектом использования таких планов является точность цифровой информации. Она должна соответствовать нормам и требованиям «Инструкции по фотограмметрическим работам...». Все данные, указанные в Инструкции характеризуют важные параметры традиционного подхода к построению карт, которые и будут обеспечивать необходимую точность. Вследствие всего этого встаёт задача определения достаточной плотности пикет и их расположения в регулярном порядке.

Для того, чтобы точно определить степень опасности появления процессов оползней очень важно отобразить рельеф достаточно полно и детально. Рельеф создаёт прямые и косвенные воздействия на процесс образования оползней. Прямое влияние - это крутизна склонов, морфология речных долин, уклоны тальвегов, а косвенное - изменение циркуляции воздушных масс, распределение атмосферных осадков, температур, поверхностных и подземных вод и растительного покрова.

Оползневые склоны имеют свойственные только им формы рельефа со своими границами и формами, показывающими их своеобразность или же типичность. Рельеф всей поверхности такого склона чаще всего неровный. Показателем является крутизна

склона. Крутизна склона это угол, который образуется направлением ската с горизонтальной плоскостью в данной точке. Из этого определения становится понятно то, что оползневые процессы встречаются чаще всего в горных районах или же на холмистых территориях. Предположительно, все склоновые процессы опираются на те места, в которых присутствует определённая крутизна склона. Так, один из вариантов оценки модели с количеством точек, которые необходимы для отображения рельефа поверхности, является способ перекрестной проверки. В этом способе из данного массива часть точек выборочно удаляется и по оставшимся создается ЦМР. Затем высчитывается ошибка (разность) между высотами исходной ЦМР и ЦМР, которая была создана по массиву точек, с некоторыми исключёнными из него точек [3].

Геодезический метод контроля оползня основан на применении современных электронных и оптических и лазерных сканеров, которые могут стать технической основой системы мониторинга в автоматизированном режиме.

Геодезические способы дают глобальную информацию о характере деформируемого оползня, в то время как негеодезические способы дают локальную информацию, возможно, сравненную с результатами некоторых других независимых измерений. Системы обнаружения оползней с использованием сети беспроводных сенсоров позволяют обнаружить незначительные смещения почвы или нестабильность склонов местности, возникшую, например, по причине увлажнения диэлектриков, давления пор и др. факторов. В общем случае, оползни приводят к значительным изменениям в природной окружающей среде в виде локальных изменений. По этой причине негеодезические способы мониторинга могут оказать значительную помощь в исследовании и предсказаний оползней.

Для того чтобы геодезическое обеспечение регионального зонирования территорий по степени опасности проявления оползневых процессов было возможным, необходимо создание продвинутой цифровой модели рельефа. Обработка ЦМР даёт возможность получать все основные морфометрические показатели, которые необходимы для выявления территорий с опасностью возникновения оползней. Так как региональное зонирование используется на обширных территориях, очень важным аспектом в создании ЦМР считается выбор результативного геодезического способа сбора данных из пространства, который сможет обеспечить быстрое автоматизированное получение картографической информации с необходимой точностью и нужным объемом информации, а также ускоряющего сроки завершения работ. Создание ЦМР является частью работ по топографической съёмке.

Так, следуя «Инструкции по топографическим съёмкам...», которая нормирует изготовление топографических планов различных масштабов (чаще всего крупных), топографические съёмки могут производиться различными методами: тахеометрическим или теодолитным, аэрофототопографическим, спутниковым позиционированием, космической съёмкой, наземным лазерным сканированием и т.д.

Ниже будут описываться некоторые методы, их трудоёмкость и зависимость от различных условий.

1) Тахеометрическая съёмка

Этот метод достаточно оперативен, часто используется в создании и обновлении планов крупных масштабов, но если же происходит съёмка объёмных территорий, то этот процесс будет достаточно трудоёмок и срок выполнения всех работ будет значительно увеличиваться. (Плюсом данного метода является то, что он практически не зависит от погодных и сезонных условий. Но всё же этот способ популярен при картографировании маленьких территорий.

2) Аэрофототопографическая съёмка

Данный метод достаточно трудоёмкий и требует проведения наземных топографических работ, что создаёт некоторые сложности. Результаты съёмки зависят от времени года, суток, а также от погодных условий. Минусом является то, что в лесистых местностях получение сведений о рельефе будет осложнено, появится необходимость в дополнительной наземной съёмке.

3) Спутниковое позиционирование

Для картографирования крупных площадей будет необходимо провести огромное количество различных полевых измерений, из этого можно сделать вывод, что на составление крупномасштабных планов на большие территории займёт очень много времени.

4) Космическая съёмка

Быстрый метод, но происходит затрата времени на детальную обработку всех полученных снимков. А для получения ЦМР ещё и необходимы опорные точки. По условиям съёмки ограничений почти нет, поэтому способ идеален для изучения, наблюдения и исследования оползневых склонов, но не для создания ЦМР (цифровая модель рельефа) крупных территорий.

5) Наземное лазерное сканирование

Так как существуют ограничения измеряемых расстояний, а также сканирования с огромного количества пунктов, данный метод является достаточно трудоёмким для составления крупномасштабных карт больших территорий. Ограничений по условиям съёмки почти нет, поэтому метод отлично подходит для мониторинга склонов, на которых есть вероятность появления оползней. Не часто используется для создания ЦМР крупных территорий.

6) Воздушное лазерное сканирование совместно с аэрофотосъёмкой

Если сравнивать данный метод с просто аэрофотосъёмкой, то становится понятно, что создание ЦММ (цифровая модель местности) намного упрощается, а также уменьшается количество всех полевых работ. Если в зоне съёмки присутствуют какие-либо отражающие свет поверхности, то появляется вероятность искажения сигнала. Также зимой отображение рельефа осложнено. Съёмка выше границы распространения облаков невозможна. Плюсы данного способа в том, что он обладает короткими сроками выполнения, наличие какой-либо растительности в зоне съёмки никак не мешает процессу, также то, что в данном методе объединено несколько способов, повышает информативность.

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что существует огромное количество геодезических методов получения топографических планов, и, следовательно, все они позволяют возникнуть реалистичной и содержательной модели рельефа, которая

помогает регионально зонировать территории по степени опасности проявления оползней.

Но также есть и другие способы. Так, например, способ геодинамического потенциала является подсчетом возможности появления оползневого процесса в черте наблюдаемого района. Порядок расчета оползневого потенциала и создание прогнозируемой карты происходит в несколько стадий.

1. На начале данных сведений происходит построение карты деформации оползней.
2. Разделение факторов на группы. Количество групп складывается с учетом произведенных экстремумов на косой линии. Когда конечная — округлая с 1 максимумом, то количество групп около 3-6.
3. Создание аналитических карт.
4. Высчитывается удельное сопротивление данной информации.
5. Высчитывается возможность появления оползней.
6. Оценивается воздействие некоторых факторов на рост оползней.
7. Высчитывается оползневый потенциал.

На данных материалах воссоздаются карты распределения некоторых факторов появления оползней.

Марка «Terrain» является треугольной моделью временной сети (TIN). В TIN временная сеть точек распространяется в соотношении со свойствами местности. Данная временная выборка хорошо показывает тип поверхности.

GRID в ГИС ArcGIS воспроизводится способом перерасчёта величин данных точек на величины в точках постоянной сети.

В начале ЦМР по ВЛС при помощи инструментария ГИС ArcGIS есть создание немногих аналитических карт. Например: карта крутизны уклонов, карта водотоков.

Плоскость, сооруженная на TIN-модели рельефа, изображается в образе

многогранника.

В ГИС ArcGIS карта строится в несколько стадий с использованием модуля SpatialAnalyst и инструментов «Hydrology».

SxemaFlowDirection показывает распределение из одной камеры в другую, а SxemaFlowAccumulation - число камер, входящих в каждую камеру [1].

Потом распределяется сеть водотоков.

По созданной сетке квадратных камер с длиной стороны 1 км высчитывается общее число длин водотоков, оказавшихся в каждой камере. Если никакой водоток не проходит в камеру, то присваивается 0-ая величина.

Образование тематических карт отдаленности от водоемов, поселений, трасс, можно посредством средств группы «Расстояния» модуля SpatialAnalyst. Основой для образования растров служат векторные, оцифрованные с карт покрытия, находящие расположение данных объектов.

Последняя карта воссоздается с помощью сетки квадратов с указанными длинами сторон.

Таким образом, в данной статье можно найти решение задач по предвидению возникновения оползневых процессов, а также методов их наблюдения. Цель данной статьи - это обеспечение эффективного исследования обширных территорий на угрозу появления оползней с помощью различных новейших ГИС-технологий, чтобы в будущем можно было предвидеть скорость изменения всех регионов.

В статье изучены различные методы регионального зонирования территорий по зонам с опасностью возникновения оползней, а также описаны методики, которые опираются на

современные ГИС-технологии.

Описаны различные методы изучения местности, а также их трудоемкость и зависимость от различных внешних условий.

Практическая задача статьи заключается в применении данных методов для создания карт местностей с высокой вероятностью возникновения оползней.

Список литературы

1. Гумен А.М., Пинчук А.П., Киссин И.Г. Исследование современных геодинамических процессов припятского прогиба методом прецизионной уровнеметрии подземных вод // Лггасфера. 1996. № 5. С. 83-94.

2. Гура Д.А., Шевченко Г.Г., Гура Т.А., Бурдинов Д.Т. Основы спутниковой навигации // Молодой ученый. 2016. № 28 (132). С. 64-70.

3. Кравцова Т.В., Кусова С.И., Гура Д.А. Систематизация данных, используемых при функционировании ГИС для решения геоэкологических и картографических задач // Сборник трудов конференции: Науки о Земле на современном этапе. VI Международная научно-практическая конференция. 2012. С. 128-130.

4. Кузин, А.А. Геодезическое обеспечение зонирования территорий по степени опасности проявлений оползневых процессов на основе применения ГИС-технологий: диссертация./ А.А.Кузин, Мустафин, М.Г. - С.-Петербург., 2014. - 40 с.

{social}