

**МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ КЫРГЫЗСКОЙ
РЕСПУБЛИКИ
КЫРГЫЗСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ им. И. Раззакова**

Кафедра «Техносферная безопасность»

Методические указания

**к проведению лабораторных занятий по дисциплине «Мониторинг
и предупреждение чрезвычайных ситуаций» для студентов
направления 760300 «Техносферная безопасность» Профиль:
«Защита в чрезвычайных ситуациях»**

г. Бишкек

Данные методические указания являются обязательным дополнением к проведению лабораторных занятий.

В учебно-методическое пособие включено: теоретическая часть (описание расчетных методик), практическая часть (примеры решения с помощью представленных методик и задания для самостоятельного их решения) и тестовые задания по тематикам. Структура содержательной части учебно-методического пособия соответствует рабочей программе по учебной дисциплине «Мониторинг и предупреждение ЧС» и охватывает все тематики лабораторных занятий по дисциплине.

Предназначено для использования при подготовке и в ходе лабораторных занятий (самостоятельной работы) студентами направления подготовки направления 760300 «Техносферная безопасность», профиль подготовки «Защита в ЧС»

Методические указания разработаны доцентом кафедры «Техносферная безопасность» Степановым С.Б.

ВВЕДЕНИЕ

Лабораторное занятие - одна из основных форм организации учебного процесса, направленная на творческое усвоение теоретических основ учебной дисциплины и получение практических навыков исследования путем постановки, проведения, обработки и представления результатов эксперимента на основе практического использования различных средств (наблюдения, измерения, контроля, вычислительной техники), приобретения навыков опыта творческой деятельности.

Лабораторная работа - конкретное учебное задание по изучаемой дисциплине, выполняемое на лабораторном занятии.

Цель лабораторного занятия - практическое освоение студентами содержания и методологии изучаемой дисциплины при использовании специальных средств.

Основными задачами лабораторных занятий являются:

- приобретение опыта решения учебно-исследовательских и реальных практических задач на основе изученного теоретического материала;
- приобретение опыта проведения эксперимента;
- овладение новыми методиками экспериментирования в соответствующей отрасли науки, техники и технологии;
- приобретение умений и навыков эксплуатации технических средств и оборудования;
- формирование умений обработки результатов проведенных исследований;
- анализ и обсуждение полученных результатов и формулирование выводов;
- выработка способности логического осмысления самостоятельно полученных знаний;
- обеспечение рационального сочетания коллективной и индивидуальной форм обучения.

Основными функциями лабораторных занятий являются:

- познавательная;
- развивающая;
- воспитательная.

По характеру выполняемых студентами заданий данные лабораторные занятия подразделяются на:

- аналитические, ставящие своей целью получение новой информации на основе формализованных методов;

- творческие, связанные с получением новой информации путем самостоятельно выбранных подходов к решению задач.

Формой организации лабораторных занятий по дисциплине «Мониторинг и предупреждения чрезвычайных ситуаций, в соответствии со специфическими особенностями учебной дисциплины, целями обучения и представляют собой:

- решение типовых и ситуационных задач;
- занятия по моделированию реальных задач;
- игровое проектирование;
- выездные занятия (в подразделения МЧС КР, в организации проведения мониторинга);
- занятия-конкурсы.

Лабораторные занятия проводятся после чтения лекций, дающих теоретические основы для их выполнения. Допускается выполнение лабораторных занятий до прочтения лекций с целью облегчения изучения теоретического материала при наличии описаний работ, включающих необходимые теоретические сведения или ссылки на конкретные учебные издания, содержащие эти сведения.

Основанием для проведения лабораторных занятий по дисциплине являются:

- программа учебной дисциплины;
- расписание учебных занятий.

Лабораторные занятия должны быть обеспечены в достаточном объеме необходимыми методическими материалами, включающими в себя комплект методических указаний к циклу лабораторных работ по данной дисциплине. Методические указания к лабораторной работе служат руководством для преподавателей и студентов.

На лабораторном занятии студент имеет право задавать преподавателю и (или) лаборанту вопросы по содержанию и методике выполнения работы и требовать ответа по существу обращения. Ответ преподавателя должен обеспечивать выполнение студентом работы в течение занятия в полном объеме и с надлежащим качеством, оговоренным в методических указаниях по проведению лабораторных работ.

Студент имеет право на выполнение лабораторной работы по оригинальной методике с согласия преподавателя и под его надзором - при безусловном соблюдении требований безопасности.

Студент имеет право выполнить лабораторную работу, пропущенную по уважительной причине, в часы, согласованные с преподавателем.

Студент обязан прибыть на лабораторное занятие во время, установленное расписанием, и с необходимой предварительной подготовкой. К выполнению лабораторной работы допускаются студенты, подтвердившие готовность в объеме требований, содержащихся в методических указаниях к лабораторной работе и (или) в устных предварительных указаниях преподавателя.

В ходе лабораторных занятий студенты ведут необходимые записи, составляют (по требованию преподавателя) итоговый письменный отчет. На первом занятии цикла лабораторных работ преподаватель должен дать конкретные указания по составлению и оформлению отчетов с целью обеспечения единообразия. В зависимости от особенностей цикла лабораторных занятий отчет составляется каждым студентом индивидуально, либо общий отчет - подгруппой из 2-3 студентов.

По окончании лабораторной работы студенты обязаны представить отчет преподавателю для проверки с последующей защитой.

По согласованию с преподавателем допускается представление к защите отчета о лабораторной работе во время следующего лабораторного занятия или в индивидуальные сроки, оговоренные с преподавателем. Допускается по согласованию с преподавателем представлять отчет о лабораторной работе в электронном виде.

В конце лабораторного занятия преподаватель оценивает работу студента путем проверки отчета и (или) его защиты (собеседования).

Студент несет ответственность:

- за пропуск лабораторного занятия по неуважительной причине;
- неподготовленность к лабораторной работе;
- несвоевременную сдачу отчетов о лабораторной работе и их защиту;
- порчу имущества и нанесение материального ущерба лаборатории.

Критериями оценки результативности лабораторного занятия являются:

- степень реализации цели и задач работы;
- степень выполнения заданий;
- степень соответствия результатов работы заданным требованиям;
- степень сформированности у студентов необходимых умений и навыков;
- степень воспитательного воздействия на студентов;
- информационно-познавательная ценность.

Лабораторная работа № 1 *Мониторинг чрезвычайных ситуаций природного характера. Оценка инженерной обстановки при землетрясении.*

Время – 4 часа

Цель: - Получение навыков квалифицированного анализа территории путем подробного изучения картографического сейсмического прогноза.

Работа посвящена изучению пространственно ориентированной информации и основных форм ее представления таких как карты, чертежи, схемы, планы. Студентами изучаются картографические изображения, как основные формы фиксации пространственных данных, выполняется их описание, даются характеристики, определяются основные данные прогноза землетрясений.

Задача: Изучив имеющиеся данные по РОЗ, на схеме территории области, района обозначить зоны возможных землетрясений. Рассчитать зоны полных, сильных и слабых разрушений.

1. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ ИНЖЕНЕРНОЙ ОБСТАНОВКИ ПРИ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИИ

Оценка инженерной обстановки производится с целью определения объема и характера разрушений (зоны ЧС) и расчета необходимых сил и средств для проведения аварийно-спасательных и других неотложных работ (АС и ДНР), т.е. ликвидации последствий ЧС.

Она включает:

- определение масштаба (зоны ЧС), степени разрушения объекта и его элементов;
- анализ влияния разрушений и других негативных воздействий ЧС на население и устойчивость функционирования ОЭ;
- разработку предложения по организации и ведению АС и ДНР.

1.1.1. Оценка инженерной обстановки при землетрясении

Наиболее опасными геологическими процессами являются землетрясения.

Землетрясения – это сильные колебания, сотрясения или смещения земной коры, вызванные тектоническими или вулканическими процессами и приводящие к разрушению зданий, сооружений, пожарам и человеческим жертвам.

Область возникновения подземного толчка (удара) является очагом землетрясения. В его пределах и происходит процесс высвобождения накопившейся энергии. В центре очага условно выделяется точка, называемая гипоцентром, его проекция на поверхность

земли носит название эпицентр. В период землетрясения из гипоцентра излучается сейсмическая энергия в форме сейсмических волн, т.е. упругих продольных и поперечных волн.

Основными характеристиками землетрясений являются:

- глубина очага землетрясения;
- магнитуда и интенсивность энергии на поверхности земли.

Глубина очага – это глубина места, где возникает подземный удар (толчок), т.е. очаг землетрясения. Глубина очага землетрясения в различных сейсмических районах лежит в пределах от 0 до 720 км.

В зависимости от глубины очага (H) землетрясения подразделяются на:

- поверхностные ($H=0 - 70$ км);
- промежуточные ($H=70 - 300$ км);
- глубокие (H более 300 км).

До сих пор не было зарегистрировано ни одного землетрясения глубже 720 км. Свыше 75% энергии, выделенной при землетрясении, принадлежит поверхностным и только 3% - глубоким. Проявление землетрясений в тех или иных районах называют их сейсмичностью.

Магнитуда – мера общего количества энергии, излучаемой при сейсмическом толчке в форме упругих волн. Магнитуда является характеристикой очага землетрясения и определяет общую энергию землетрясения в нём.

Магнитуда – безразмерная величина, представляет собой логарифм максимальной амплитуды (Z_m) смещения почвы (поверхностной волны) в микронах (мкм), измеренной прибором сейсмографом (или по сейсмограмме) на расстоянии $R = 100$ км от эпицентра землетрясения:

$$M = \lg Z_m - 1,32 R \quad (1)$$

Магнитуда по вектору изменяется от 0 до 9. Однако магнитуда характеризует выход сейсмической энергии только в эпицентре землетрясения. Поэтому для более объективной оценки силы колебания земной поверхности, т.е. землетрясения в точках, которые удалены от эпицентра, введено понятие интенсивность землетрясения.

Интенсивность землетрясения – это интенсивность колебания грунта на поверхности земли, являющаяся разрушительной силой землетрясения. Она зависит от магнитуды (M),

расстояния от эпицентра (R) и глубины очага землетрясения (H). Интенсивность землетрясения (в баллах) в заданной точке на поверхности земли определяется зависимостью:

$$J = 3 + 1,5 \cdot M - 3,5 \cdot \lg \sqrt{R^2 + H^2}, \quad (2)$$

где 3, 1.5, 3.5 - региональные константы.

Следовательно, интенсивность землетрясения (сила, балльность или сейсмическая интенсивность) оценивает силу землетрясения на поверхности Земли. Факторами, которые определяют интенсивность землетрясений, помимо собственно сейсмической энергии, являются: расстояние до эпицентра, свойства грунта, качество строительства и др. Они характеризуют степень и масштаб разрушений, нанесенных стихией в данном конкретном месте. Интенсивность или сила землетрясения измеряется в баллах. При этом может применяться несколько шкал:

- шкала Рихтера, которая использует величину магнитуды ($1 < M < 9$), 9-балльная;
- шкала Меркалли интенсивности землетрясения - 12-балльная;
- модифицированная шкала Меркалли ММ - в США;
- в некоторых странах Европы - шкала Меркалли КЗ;
- шкала MSK-64 (шкала Медведева, Шпонхойера, Карника), рекомендованная ЮНЕСКО, по интенсивности энергии - 12-балльная;
- шкала ИФЗ, весьма близкая к шкале Меркалли, рекомендована и положена в основу СНиП-11-7-81 "Строительство в сейсмических районах".

Все перечисленные шкалы близки между собой и интенсивность землетрясений измеряют по 12-балльной шкале.

В настоящее время в России и странах СНГ применяется международная 12-балльная шкала MSK-64 (шкала Медведева, Шпонхойера, Карника).

Итак, шкала MSK-64 подразделяет землетрясения по силе толчков на поверхности земли, т. е. по интенсивности землетрясения, на 12 баллов.

В зависимости от интенсивности землетрясения делят на:

- слабые (I-III балла);
- умеренные (IV балла);
- сильные (V-VI баллов);

- очень сильные (VII баллов);
- разрушительные (VIII-X баллов);
- катастрофические (XI баллов) и сильно катастрофические (XII баллов) .

Одной из причин землетрясения может быть извержение вулкана, обвал горных пород и т. п. Поэтому землетрясения в зависимости от причины возникновения бывают: тектонические, вулканические, обвальные и моретрясения.

Тектонические - возникают в результате перемещения масс земной коры под влиянием внутренних напряжений.

Вулканические - возникают при извержении вулканов. При извержении подводных вулканов могут быть огромные волны цунами и образовываться новые острова.

Обвальные - наблюдаются при обрушении сводов подземных карстовых пустот.

Моретрясения - это резкие колебания воды в морях и океанах, возникающие при землетрясениях, очаг которых находится под дном моря (океана) или в прибрежных районах. Сильное моретрясение сопровождается образованием цунами - огромных волн высотой до 30 м, скоростью до 80 км/ч. Достигая берега, она смывает береговые сооружения, приносит большие раз-рушения, вызывает человеческие жертвы.

Основным способом снижения потерь и ущерба при землетрясениях является строительство сейсмостойких сооружений, сейсмическое районирование территорий, прогнозирование возможных землетрясений, сейсмическое наблюдение (мониторинг), проведение АС и ДНР в зоне ЧС и т. п.

Рассмотрим методику определения разрушения объекта при землетрясении, применяемую в практике оценки инженерной обстановки.

Максимальный ущерб объекту экономики от стихийных бедствий может быть причинён при землетрясении. Оценка предполагаемых масштабов разрушений при землетрясениях может быть произведена аналогично оценке разрушений при ядерном взрыве с той лишь разницей, что в качестве критерия берётся не значение избыточного давления (ΔP_{ϕ}), а интенсивность землетрясения (J) в баллах. При этом J на конкретном объекте по 12-балльной шкале находят по формуле (2) . Методика расчета разрушений зданий и сооружений при землетрясениях дана в работах.

В практических расчетах при оценке устойчивости ОЭ к землетрясениям характер и степень разрушений определяют по табл. 3 для различных дискретных значений интенсивности (J , баллы) в интервале от величин, вызывающих слабые разрушения элементов ОЭ (зданий, сооружений, оборудования, сети КЭС и т. п.), до величин, вызывающих полные их разрушения.

Во время землетрясений наряду с разрушениями зданий выходят из строя и системы жизнеобеспечения населения, т. е. сети коммунально-энергетического снабжения (КЭС).
Оценку их устойчивости при землетрясении производят по табл. 4.

Кроме этого, при расчетах могут быть определены и безвозвратные потери среди населения (табл. 5).

Пример: Ожидаемая интенсивность землетрясения на территории объекта – IX баллов по шкале MSK-64. На его территории имеются производственные и административные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием 25-50 т, складские кирпичные здания, трубопроводы на металлических и железобетонных эстакадах. Определить характер разрушения элементов объекта при данном землетрясении.

Решение

По табл. 3 находим, что при IX баллах промышленные, административные здания и трубопроводы получают средние разрушения, а складские здания – сильные разрушения.

ЗАДАНИЕ: Определить характер разрушения элементов объекта при землетрясении, устойчивость систем жизнеобеспечения, а также возможные безвозвратные потери среди населения.

ДАнные для расчета:

№ варианта	Ожидаемая интенсивность землетрясения на территории объекта по шкале MSK-64.	Характеристика зданий и сооружений
1.	6,5	Производственные и административные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением, складские кирпичные здания и трубопроводы на металлических эстакадах.
2.	7	Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции
3.	7,5	Кирпичные многоэтажные здания (три и более этажей)

Таблица 1. Краткая характеристика возможной интенсивности землетрясений по 12-балльной шкале Меркалли (MSK-64)

Баллы	Краткая характеристика землетрясений
I	Отмечается только сейсмическими приборами
II	Ощущается отдельными людьми, находящимися в полном покое
III	Ощущается небольшой частью населения

IV	Легкое дребезжание и колебания предметов, посуды и оконных стекол
V	Общее сотрясение зданий, колебание мебели, трещины в оконных стеклах и штукатурке
VI	Пробуждение спящих, падение со стен картин, откалываются отдельные куски штукатурки
VII	Трещины в стенах каменных домов, антисейсмические и деревянные постройки остаются невредимыми
VIII	Трещины на почве, сдвиг или опрокидывание памятников, сильное повреждение домов
IX	Сильное разрушение каменных домов, перекосы деревянных домов
X	Трещины в почве, иногда до метра шириной, оползни, обвалы со склонов, разрушение каменных построек, искривление железнодорожных рельсов
XI	Более широкие трещины в поверхностных слоях земли, многочисленные обвалы, каменные дома совершенно разрушаются, выпячивание железнодорожных рельсов
XII	Большие изменения ландшафта, многочисленные трещины, обвалы, оползни, возникновение водопадов, подпруд на озерах, изменение течения рек, ни одно сооружение не выдерживает

Таблица 2. Соотношение между шкалой Рихтера и MSK-64

Магнитуда по Рихтеру	4,0-4,9	5,0-5,9	6,0-6,9	7,0-7,9	8,0-8,9
Интенсивность по шкале MSK-64	IV-V	VI-VII	VIII-IX	IX-X	XI-XII

Таблица 3. Степень разрушения зданий, сооружений при землетрясении

N п.п.	Характеристика зданий и сооружений	Разрушение, баллы			
		слабое	среднее	сильное	полное
1	Массивные промышленные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25-50 т	VII-VIII	VII-IX	IX-X	X-XII
2	Здания с легким металлическим каркасом и бескаркасной конструкции	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XII
3	Промышленные здания с металлическим каркасом и бетонным заполнением с площадью остекления 30%	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-X
4	Промышленные здания с металлическим каркасом и сплошным хрупким заполнением стен и крыши	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX	IX-XI
5	Здания из сборного железобетона	VI-VII	VII-VIII	-	VIII-XI
6	Кирпичные бескаркасные производственно-вспомогательные одно- и многоэтажные здания с	VI-VII	<u>VII-VIII</u>	VIII-IX	IX-XI

	перекрытием (покрытием) из железобетонных сборных элементов				
7	То же, с перекрытием (покрытием) из деревянных элементов одно- и многоэтажные	VI	VI-VII	VII-VIII	более VIII
8	Административные многоэтажные здания с металлическим или железобетонным каркасом	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XI
9	Кирпичные малоэтажные здания (один-два этажа)	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
10	Кирпичные многоэтажные здания (три и более этажей)	VI	VI-VII	VII-VIII	VIII-IX
11	Складские кирпичные здания	V-VI	VI-VIII	VIII-IX	IX-X
12	Трубопроводы на металлических или ж/б эстакадах	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	-

Таблица 4. Устойчивость систем жизнеобеспечения, %

Система	Степень повреждения, баллы				
	6	7	8	9	10
Водоснабжение	80/90	53/80	48/53	36/48	24/36
Электроснабжение	85/95	75/85	60/75	43/60	32/43
Газоснабжение	90/95	85/90	77/85	62/77	50/62
Теплоснабжение	85/90	77/85	50/77	28/50	15/28
Транспорт	90/95	85/90	68/85	55/68	20/55
Канализация	100/100	90/100	82/90	55/68	45/60
Связь	100/100	90/100	82/90	55/82	30/55

Примечание: В числителе - % систем жизнеобеспечения, способных к функционированию немедленно, а в знаменателе - после восстановительных работ в течение суток.

Таблица 5. Безвозвратные (смертельные) потери населения при землетрясениях, %

Тип зданий	Интенсивность землетрясения, баллы							
	5	6	7	8	9	10	11	12
	Безвозвратные потери населения при землетрясениях, %							
Деревянные	0	0	0	0	3	40	65	85
Кирпичные малоэтажные (1-2 этажа)	0	0	10	15	50	55	75	85
Кирпичные многоэтажные	0	0	0	3	40	50	75	83
Кирпичные с неполной каркасной стеной	0	0	0	3	40	50	75	83
Каркасно-панельные с расчетной сейсмостойкостью в:								
VII баллов	0	0	0	0	15	40	60	80
VIII баллов	0	0	0	0	0	15	40	65
IX баллов	0	0	0	0	0	0	15	50

Промышленные с каркасом среднего типа и расчетной сейсмостойкостью в:								
VII баллов	0	0	0	0	15	40	60	80
VIII баллов	0	0	0	0	0	15	40	65
IX баллов	0	0	0	0	0	0	15	50
Промышленные с каркасом тяжелого типа и расчетной сейсмостойкостью в								
VII баллов	0	0	0	0	15	40	60	80
VIII баллов	0	0	0	0	0	15	40	65
IX баллов	0	0	0	0	0	0	15	50

Пример решения задачи:

Задание

Ожидаемая интенсивность землетрясения на территории объекта – VIII баллов по шкале Рихтера. На объекте имеются производственные и административные здания с металлическим каркасом и крановым оборудованием грузоподъемностью 25-50 т., складские кирпичные здания и трубопроводы на металлических и железно-бетонных эстакадах.

Определить характер разрушения элементов объекта при землетрясении.

Таблица №5

Характеристика зданий и сооружений	Разрушение			
	Слабое	Среднее	Сильное	Полное
Массивные промышленные здания с металлическим каркасом крановым оборудованием грузоподъемностью 25-50 т.	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XII
Административные многоэтажные здания с металлическим каркасом	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	X-XI
Складские кирпичные здания	V-VI	VI-VIII	VIII-IX	IX-X
Трубопроводы на металлических и железно-бетонных эстакадах	VII-VIII	VIII-IX	IX-X	-

Решение:

По таблице №5, находим, что массивные промышленные и административные здания с металлическим каркасом и трубопроводы получать слабые, но местами средние разрушения, а складские кирпичные здания – средние и сильные разрушения.

Комплексная задача по оценке обстановки при землетрясении.

Условие задачи:

- 1) Численность населения города 150 тыс. человек
- 2) В городе крупных предприятий 10 промышленных предприятия, из них 1-химических и взрывоопасных

- 9 школ

- 8 детских садов
- 6 лечебных заведений емкостью коек каждое
- 18 предприятия общественного питания
- 8 котельных
- 6 закрытый водозабор, на очистных сооружениях которого имеется тонн хлора
- 200 км ж.д. путей цистерна с 47 тоннами аммиака

3) Общая протяженность водопроводной сети-200км ,канализационной сети- 220км

4)В городе 12500 домов, в каждом доме, в среднем, проживает условно 28 человек

5) В пригороде имеется 2 дома отдыха емкостью 300 человек каждый

6) Общая численность спасателей в соответствии с требованиями руководящих документов. Обеспеченность формирований ГЗ повышенной готовности инженерной и специальной техники -

7) Для управления силами ГЗ города имеются средства радиосвязи.

8) В окрестностях города дислоцируется мотострелковый полк.

Характеристики зданий:

Жилых

Тип «А»-20%, тип «Б»-50%,тип «В»-30%

Промышленных:

Тип «Б»-60%, тип «В»-40%

Школы:

Тип Б-100%

Детские сады:

Тип А-20%,тип Б-50%,тип В-30%

Лечебные характеристики:

Тип А-10%,тип Б-70%,тип В-20%

Предприятия общественного питания:

Тип А-50%,тип Б-30%,тип В-20%

Котельные:

Тип Б-100%

Решение:

Для решения нужно построить таблицу, в которой отображались характеристики зданий.

Характеристик зданий:	Тип А	Тип Б	Тип В
Жилых	2500	6250	3750
Промышленных зданий	-	6	4
Школы	-	9	-
Детские сады	2	4	2
Лечебные учреждения	1	4	1
Предприятия общественного питания	9	5	4
Котельные	-	8	-

Возможное состояние объектов хозяйствования при землетрясении:

При интенсивности землетрясения в 8 баллах наблюдается массовое разрушение зданий, всеобщая паника. Здания типа «А» - здания из рваного камня, дома из кирпича сырца, глинобитные дома.

Здания типа «А» получают различные степени повреждений, так 1875 жилых домов, 2 детских сада, 1 лечебное учреждение, 7 предприятия общественного питания получают от 1-3 степени повреждений, от легких повреждений (тонкие трещины, откалывание небольших кусков штукатурки) до средних повреждений (большие глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб). 500 жилых домов, 2 предприятия общественного питания получают сильные разрушения (сквозные трещины и проломы в стенах, обрушение частей зданий, внутренних стен) и 125 жилых зданиям землетрясение нанесет полное разрушение.

Тип «Б» - обычные кирпичные дома, здания крупноблочные и панельного типа. Зданиям типа «Б» землетрясение нанесет не значительный урон. 4687 жилых домов 4 промышленных здания, 7 школ, 3 детских сада, 3 лечебных учреждений, 4 предприятий общественного питания, 6 котельных получают легкие повреждения. 1250 жилых домов, 2 промышленных здания, 2 школы, 1 детский сад и 1 учебное учреждение, 1 предприятие общественного питания, 2 котельные получают повреждения второй степени. 313 жилых домов получают средние повреждения, то есть большие и глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб.

Тип «В» - каркасные ж/б здания, деревянные дома хорошей постройки. 937 жилых домов, 1 промышленное здание и 1 предприятие общественного питания получают легкие повреждения. Остальные здания типа «В» не получают никакого урона от землетрясения.

Степень разрушения О Н Х - средние.

Состояние коммун. энергетических сетей:

- 200 км линии передач - отдельные аварии.

- Сети водопроводов, 220 км. Канализации и теплоснабжения - разрыв трубопроводов до 50%

Состояние мостов и дорог - Трещины в несколько см, проезд затруднен.

Потери населения:

- санитарные - 37500

- безвозвратные - 7500.

Лабораторная работа № 2 «Подверженность территории и населения КР чрезвычайным ситуациям природного и антропогенного характера»

Расчеты риска подверженности территорий Кыргызстана ЧС.

Время – 4 часа.

Такие определения природных процессов как «катастрофичность» и «стихийность» во многом относительны, т.к. характеризуют больше не сами процессы, а их восприятие людьми. Для прогнозирования стихийных бедствий и эффективной ликвидации их последствий необходимы глубокие и обширные знания об их генезисе, причинах возникновения, характере и механизме их проявления. Своевременный и точный прогноз — главное условие успешной и эффективной защиты от природных чрезвычайных ситуаций, то есть является частью процесса управления риском. Но следует отметить, что не менее важно и планирование действий ликвидаторов чрезвычайных ситуаций, развитие планов реагирования при возможном проявлении тех или иных стихийных процессов. Только таким образом может быть достигнут эффект минимизации ущерба от стихийных бедствий. Управление риском — это системный подход, используемый при принятии политических решений, при осуществлении процедур и практических мероприятий по предупреждению или уменьшению бедствий, представляющих опасность для населения, экономики, приносящих вред окружающей среде. При этом анализ риска является частью этого системного подхода и представляет собой систематическое использование имеющейся информации для выявления опасностей и оценки риска для отдельных групп населения и природной среды. Анализ риска направлен на выявление опасностей (источника потенциального вреда или ущерба) и оценку степени риска. Степень риска рассматривается как сочетание частоты или вероятности и последствий определенного опасного события. Иными словами, понятие риск всегда включает два элемента: частоту, с которой происходит то или иное опасное событие, и последствия этого опасного события. То есть применение понятия риска позволяет переводить опасность в разряд измеряемых величин. Использование доступной информации, научно обоснованных прогнозов оценки опасности стихийных бедствий помогают надежнее оценить риск. Эффективность оценки риска зависит от многих факторов. В первую очередь от правильности выбранной методики, точности ее расчетов, а также от уровня технологического оснащения при практическом применении методик, имеется в виду: наличие базы данных, длительность и пространственно-временной охват наблюдений за природными процессами, способы осуществления мониторинга окружающей среды. Кроме того, важно и решение организационных вопросов: привлечение квалифицированных и компетентных специалистов, занимающихся оценкой риска, выбор

объекта для анализа, финансирование, согласованные действия всех заинтересованных структур. Высокой эффективностью могут обладать прогнозы, основанные на анализе природных факторов с моделированием перспективы развития ситуации.

Чрезвычайные ситуации природного характера постоянно преследуют человечество, но в последние десятилетия наметилась тенденция к их росту: активизируются вулканы, учащаются случаи землетрясений, возрастает их разрушительная сила, регулярными становятся наводнения, оползни и сели, ураганы, смерчи и другие опасные природные явления. По данным климатолога Джона Твигга, начиная с 1970 г. в результате природных катастроф ежегодно гибнет более 80 тыс. человек и около 144 млн. человек считаются пострадавшими. Стихийные бедствия последнего десятилетия XX в. затронули примерно 2 млрд. человек — треть всего человечества. Как показывает практика, бедные страны больше страдают от проявления стихии, чем развитые. По данным отчета Программы развития ООН, в богатых странах проживает 15% мирового населения (так называемый «золотой миллиард»), рискующих стать жертвами природного бедствия, однако на них приходится всего 2% случаев смертей от стихии. В бедных странах соответствующие показатели составляют 11 % и 53%. Прямой ущерб, который наносят стихийные бедствия, обычно оценивают по количеству человеческих жертв. Несмотря на то, что материальный ущерб часто бывает весьма значительным, он заметно уступает косвенным потерям, возникающим в результате срыва транспортного сообщения, убытков коммерческих структур и т.д. Последствия природных катастроф особенно тяжело сказываются на экономике развивающихся стран, потенциал которых не позволяет проводить полноценное прогнозирование и экстренное реагирование на сложившуюся обстановку угрозы или проявления стихийного бедствия, а также эффективно проводить восстановительные мероприятия.

Проблема предупреждения и своевременного реагирования на имеющиеся угрозы связана не только наличием рисков, но также недостаточно эффективной защитой общества и окружающей его природной среды от их воздействий. В качестве механизма достижения цели должны выступать политические, административные, правовые, экономические и технические решения, а обратной связью в системе управления - мониторинг стратегических угроз и вызовов с передачей соответствующей информации в органы государственной власти.

В целях снижения ущерба и потерь, наносимых стихийными бедствиями и катастрофами населению и территории Кыргызской Республики, функционирует созданная законодательная и нормативно-правовая база, межгосударственные стандарты, государственная система Гражданской защиты Кыргызской Республики.

Основной целью проведённого исследования является получение научно обоснованного, статистически подтвержденного вывода какие из айыл окмётов наиболее уязвимы по отношению к стихийным бедствиям.

Под стихийным бедствием будет пониматься серьёзное нарушение функционирование сообщества, вызывающего широкомасштабный людской, материальный или экологический ущерб, который превышает возможности его преодоления за счет собственных ресурсов (Internationally Agreed Glossary of Basic Terms Related to Disaster management. DHA-Geneva, 1992). Под сообществом будет пониматься население, инфраструктура, производство, земельные и водные ресурсы, расположенные в пределах отдельного айыл окмёту или городского кенеша. Под опасностью будет пониматься вероятность возникновения того или иного опасного процесса или явления, обычно выражаемой в относительных показателях: высокая, низкая, средняя, слабая, опасность отсутствует. Но, относительная степень опасности должна отражать и указывать строгие критерии этой опасности, которые рассчитываются как, например, по количеству опасных очагов на единицу площади или протяженности, объёмах смещенного материала или магнитуде землетрясений, повторяемости различных событий год и т.д. Простая качественная характеристика степени опасности без количественного выражения является научно необоснованной, субъективной характеристикой, которая абсолютно непригодна для оценок подверженности и уязвимости. Под подверженностью будет пониматься фактическое количество населения, зданий, мостов, площадей земельных угодий, протяженность дорог, линий электропередач оказавшихся в зоне воздействия опасного процесса или количество переселенных людей. Под подверженностью также можно понимать и количество зарегистрированных чрезвычайных ситуаций (здесь и далее ЧС) вызванных опасными процессами в пределах административных единиц, поскольку количество это не вероятность, а уже произошедшее событие.

Уязвимость. Существуют две трактовки этого понятия. Одно узкое: Уязвимость – степень потерь (от 0% до 100%), вероятных при воздействии опасного процесса. В этом понимании, уязвимость имеет много общего с понятием «риск» и «подверженность».

Другое, более широкое, понятие означает состояние человека или сообщества, при котором, любые явления, отклоняющиеся от обыденной ситуации, приводят человека или сообщество, к грани выживания или невозможности дальнейшего развития (А.К.Кашилов, М.К.Кошоев. Основы менеджмента бедствий. Бишкек, 1999). Каждый тип опасного явления выявляет «свои» группы людей и элементов производственной или социальной и даже духовной инфраструктуры, уязвимых для этого типа явления.

Проведение анализа риска бедствий (АРБ) позволит местным органам управления выявить, определить приоритеты, спланировать и осуществить меры, которые помогут им снизить уровень уязвимости и риски, связанные с природными и техногенными угрозами. Анализ риска бедствий является первым шагом на пути к выработке стратегий, программных приоритетов и предоставлению информации для принятия оперативных мер по снижению риска бедствий.

Основными целями деятельности по анализу риска бедствий является:

- а) снижение существующих рисков (уязвимости и угроз);
- б) адаптация к изменяющимся факторам риска (например, к изменению климата);
- в) предотвращение дальнейшего увеличения риска бедствий.

Понятия угроза, уязвимость и риск бедствий динамично связаны друг с другом, то есть для возникновения риска в одном и том же месте должны присутствовать угрозы и уязвимость. Взаимосвязь этих элементов можно выразить в виде простой формулы:

РИСК = УГРОЗА x УЯЗВИМОСТЬ

иллюстрирующей следующую концепцию: чем выше потенциальная возможность возникновения разрушительной угрозы и выше уязвимость подверженного ей населения, тем выше риск.

Важно также отметить, что уязвимость людей к бедствиям обратно пропорциональна человеческим возможностям противостоять воздействию бедствий, то есть чем выше потенциал общества, тем оно менее уязвимо

Риск стихийного бедствия может быть уменьшен путем понижения либо угрозы, либо уязвимости, либо обоих факторов. Потери от бедствий могут быть уменьшены, а в некоторых случаях даже предотвращены, с помощью превентивных действий.

Эффективное управление рисками бедствий в масштабе государства просто невозможно осуществить без непосредственного подключения к этой деятельности органов местного самоуправления, местных сообществ и населения, без всеобщего и всеобъемлющего охвата всех отдельно взятых населённых пунктов и относящихся к ним территорий.

В ходе лабораторной работы выполнить:

- составить перечень потенциальных источников информации для анализа риска бедствий для указанного района. (приложение № 4)
- составить таблицу анализа основных угроз и вероятности их возникновения на территории (приложение № 5)

Пример отчета по лабораторной работе:

1. Определяется время опорожнения водохранилища по формуле:

$$T = \frac{2W}{3600 \cdot 0.6 \cdot B \cdot H \sqrt{H}}, \text{ час}$$

где: **В** – ширина водохранилища в створе разрушенного гидроузла или ширина прорана, м; $\frac{2W}{3600 \cdot 0.6 \cdot B \cdot H \sqrt{H}}$ – удельный расход воды на 1 м ширины прорана, м³/с; **Н** – глубина воды перед плотиной, м.

2. Определяется глубина водяного потока (высота волны затопления) **h_п** в заданном створе на расстоянии **Р** от гидроузла (по таблице 3) в зависимости от глубины водохранилища перед плотиной, **Н**.

3. Определяется высота гребня волны **Н_в** у разрушенного гидроузла (плотины) по формуле:

$$N_{vi} = 0.6 N$$

В нижних створах в зонах чрезвычайно опасного и опасного затопления на расстояниях до 20 км от плотины высота гребня волны попуска уменьшается и может быть определена из выражения

$$N_{vi} = (2,2 \div 1,3) N_h, \text{ м}$$

где: **h_п** – глубина потока (затопления) на заданном расстоянии, определяется по таблице 1.

Таблица 1

Глубина водяного потока и продолжительность затопления

Параметры	Расстояние от гидроузла (плотины), км					
	0	25	50	100	150	200
Глубина водяного потока, h_п , м	0,25Н	0,2Н	0,15Н	0,075Н	0,05Н	0,03Н
Продолжительность затопления, Т_{зат} , час	Т	1,7Т	2,6Т	4Т	5Т	6Т

4. Определяется продолжительность затопления **Т_{зат}** территории на заданном расстоянии **Р** (из таблицы 1)

$$T_{\text{зат}} = (1 \div 6) T, \text{ час}$$

5. Определяется возможная глубина затопления территории объекта:

$$\Delta h = (h_{\text{ув}} + h_n) - h_{\text{об}}, \text{ м}$$

где: Δh – глубина затопления рассматриваемой территории, м;

$h_{\text{ув}}$ – геодезическая отметка уровня воды в реке до затопления, м;

h_n – расчетная глубина волны потока, м; $h_{\text{об}}$ – геодезическая отметка территории рассматриваемого объекта, м.

На топографических картах масштаба 1:100000, 1:50000, 1:25000 по величине h_n и горизонтальным геодезическим линиям (отметкам высот) наносятся зоны катастрофического затопления и на основании этого производится оценка масштабов последствий.

6. Определяется время подхода волны попуска к заданному створу (объекту) по формуле:

$$t_{\text{подх}} = \frac{R}{W}, \text{ час}$$

где: W – скорость движения волны прорыва, км/час, которая принимается из выражения (4.1) или задается; R – расстояние от плотины до рассматриваемого створа (объекта), км.

7. По величине Δh и W из приложения 14 определяются степени разрушения элементов объекта.

8. Определяется степень поражения объекта в целом по рекомендациям.

**Образец качественной и количественной
Шкалы классификации вероятности опасных событий на территории Жаны-Ноокатского айыльного аймака**

Чрезвычайные ситуации степени вероятности или риска возникновения:

- 1 степень – маловероятное - один / несколько раз в 100 лет;
- 2 степень – вероятное - один / несколько раз в 10 лет;
- 3 степень – весьма вероятное - один / несколько раз в 5 лет;
- 4 степень – высоковероятное - один / несколько раз в год;
- 5 степень – чрезвычайно вероятное - один / несколько раз месяц / квартал / период.

Чрезвычайные ситуации по скорости проявления или развития:

1. взрывные;
2. внезапные (стремительные);
3. скоротечные (быстрораспространяющиеся);
4. плавные (умеренные);
5. медленные (долговременные)

№ п/п	Чрезвычайные ситуаций по источнику возникновения	Степени вероятности	Классификация вероятности	Вероятность возникновения	Скорость проявления или развития	Качественная или количественная характеристики
1.	Землетрясения	2 степень	вероятное	Один / несколько раз в 10 (50) лет	внезапные (стремительные)	<p>Вся территория айыльного аймака находится в зоне 1 и 2 сейсмической степени опасности 8-9 баллов по шкале МСК-64.</p> <p>Жаны-Ноокатский а/а, входит в РОЗ II-категории - Кызыл-Кия-Ошский (КОШ), по прогнозу могут проявиться 6-8 балльные землетрясения с $K_R = 12,0-15,0$. Продолжительность подземных толчков при землетрясении обычно около 10-15 секунд. Возможно несколько толчков подряд с интервалом 2-3 минуты.</p> <p>Частота повторяемости сильных землетрясений - 1-2 раза в 10-50 и более лет</p>
2.	Сели	3 степень	Весьма вероятное	один / несколько раз в 5 лет	скоротечные (быстро)	<p>Сели образуются:</p> <p>1.С южной стороны с ущелий и северных склонов</p>

					распространяющиеся)	<p>Кичи-Алайского хребта в русле реки Чили</p> <p>2.С Северной стороны с небольших южных водосборных ущелий и склонов северной горной гряды</p> <p>3.В низменной части территории – в русле реки Чиле и поливного канала Найман- Кыргызата</p> <p>Масштаб (физическая сила) – от 20 до 60 м³/ в секунду</p> <p>Продолжительность прохождения селей – от 30 минут до нескольких часов. Частота повторяемости – в весеннее время при интенсивном таянии снега и при сильных проливных ливневых дождях – от одного раза в несколько лет, до двух –трех в год. Образование селей зависит от обилия выпавших осадков в виде снега и прохождения сильных проливных дождей</p>
3.	Прорыв плотин высокогорных естественных озер	2 степень	вероятное	Один / несколько раз в 10 (50) лет	скоротечные (быстро распространяющиеся)	<p>Прорывоопасные высокогорные озера Ак-Арт верхнее, Мунку северное, Мунку, Баркарык, Гезарт восточное, Ак-Арт, расположены на северных склонах Кичи-Алайского хребта в бассейне реки Чиле.</p> <p>Угроза от прорывоопасных высокогорных озер распространяется на 80% территории Жаны-Ноокатского айыльного аймака.</p> <p>Озеро Ак-Арт верхнее, Мунку северное – относятся к 1 категории опасности;</p> <p>Озера Мунку, Баркарык, Гезарт восточное - относятся к 2 категории опасности;</p> <p>Озеро Ак-Арт - относятся к 3 категории опасности.</p> <p>Сформированные селевые потоки при прорыве плотин высокогорных озер будут обладать огромной разрушительной силой и чрезвычайными последствиями для населения и территории айыльного аймака.</p> <p>Продолжительность прохождения селевых потоков при прорыве плотин высокогорных озер – от 30</p>

						<p>минут до нескольких часов. Частота повторяемости — Один / несколько раз в 100 лет. Прорыв плотин высокогорных естественных озер зависит от обилия выпавших осадков, таяния ледников, а также землетрясений, которые могут спровоцировать разрушение плотин</p>
4.	Засуха, в том числе засуха почвенная и засуха атмосферная	3 степень	весьма вероятное	Один / несколько раз в 5 лет	медленные (долго-временные)	<p>Вся территория айыльного аймака находится в зоне опасности возникновения засухи, засухи почвенной, засухи атмосферной. Засухи, при их возникновении, распространяются на всю территорию айыльного аймака, но наиболее тяжелые последствия засух сказываются на пастбищах и землях сельхозугодий, расположенных в зонах со слабо развитой системой поливного орошения и дефицита воды. Масштаб и интенсивность засух в айыльном аймаке могут иметь масштабный и устойчивый характер и высокий уровень интенсивности. Продолжительность весенних, летних и осенних засух может быть от нескольких недель до двух-трёх месяцев с высокими для данной местности температурами воздуха и малым количеством осадков, в результате чего снижаются уровни воды в реках и водоемах, влагозапасы почвы и возникает угнетение и гибель культурных растений. Частота повторяемости угроз засух – один-два раза в 3-5 лет. С каждым частота повторяемости угроз засух увеличивается в связи с усилением процессов изменения климата в сторону потепления.</p>

Лабораторная работа № 3. «Мониторинг и предупреждение гидрологических ЧС на территории Кыргызстана. Оценка инженерной обстановки при наводнении.»

Время 2 часа.

Цель: - Ознакомится с методом расчета зон возможного затопления при наводнениях.

Задача: На основании имеющихся данных рассчитать возможные зоны затопления.

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ И ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ НАВОДНЕНИЙ

В ряду стихийных бедствий, особенно в последние годы, наводнения занимают лидирующее место по числу их повторов, охвату территорий, а также по суммарному среднегодовому экономическому ущербу, который они приносят.

Наводнение – это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере, водохранилище, вызываемое различными причинами, которое наносит большой материальный ущерб и приводит к человеческим жертвам.

Основными причинами наводнений являются: весеннее снеготаяние (половодье); выпадение ливневых или дождевых осадков (паводки); ветровой нагон воды; заторы льда на реках; прорыв плотин и ограждающих дамб; завалы рек при землетрясениях, горных По масштабам распространения наводнения бывают: низкие или малые – с затоплением до 10% земель; высокие – с затоплением 10-15% земель; выдающиеся (большие) – с затоплением 50-70% земель и ряда населенных пунктов [10, 9, 14].

Большую опасность при половодье представляют зажоры и заторы. Зажоры – это скопление шуги и мелкобитого льда, образующихся в зимнее время, т.е. в период формирования ледового покрова. Заторы – скопления льдин в русле рек во время весеннего разрушения ледового покрова, т.е. весеннего ледохода.

Поражающее действие наводнений и их материальный ущерб заключаются в затоплении территорий, повреждении при этом жилых и производственных зданий, автомобильных и железных дорог, линий электропередач (ЛЭП) с возможным пожаром, разрушении и других сетей коммунально-энергетического снабжения (КЭС), разрушении гидротехнических сооружений и др.

Зоной ЧС при наводнении называется территория, в пределах которой произошли затопления местности, повреждения зданий, сооружений и других объектов, сопровождающиеся поражениями или гибелью людей, животных, растений и загрязнением окружающей природной среды (ОПС).

Масштабы наводнений зависят от высоты и продолжительности стояния опасных уровней воды, площади и времени затопления (весной, летом, зимой).

Схематически сечение русла реки можно представить либо треугольным (рис. 2.1 а), либо трапецидальным (рис.2.1 б).

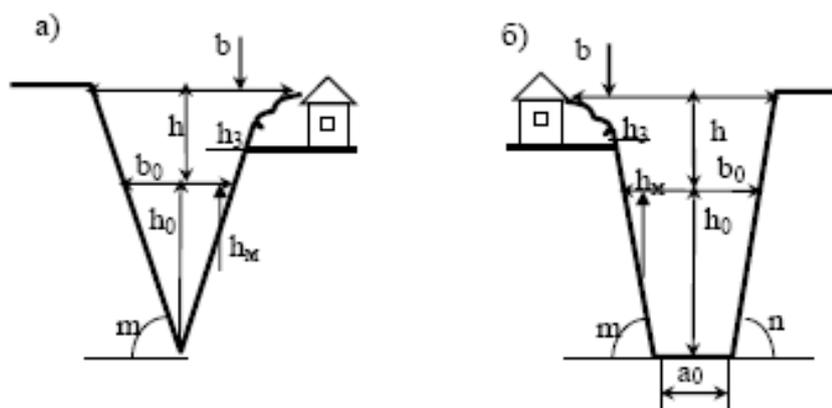


Рис. 2.1. Расчетная схема сечения реки а) треугольное сечение б) трапецидальное сечение
 a_0 – ширина дна реки; b_0, b – ширина реки до и во время паводка; h_0, h, h_3 – глубина реки до и во время паводка и глубина затопления; m, n – углы наклона берегов реки.
 Расход воды в реке до наступления наводнения (паводка) Q_0 м³/с, равен:

$$Q_0 = V_0 \cdot S_0, \quad (2.8)$$

где V_0 – скорость воды в реке до наступления паводка, м/с; S_0 – площадь сечения реки до паводка, м², равная:

$$S_0 = 0,5 \cdot b_0 \cdot h_0 \quad \text{– для треугольного сечения (а), (2.9 а)}$$

$$S_0 = 0,5 \cdot (a_0 + b_0) \cdot h_0 \quad \text{– для трапецидального сечения (б), (2.10 б)}$$

Расход воды после выпадения осадков (таяния снега) и наступления половодья (паводка) Q_{\max} м³/с, равен:

$$Q_{\max} = Q_0 + JF / 3,6, \quad (2.11)$$

где J – интенсивность осадков (таяния снега), мм/час.;
 F – площадь выпадения осадков (таяния снега), км².

Высота подъема воды в реке при прохождении паводка h , м, определяется из выражения:

$$\text{а) } h = [2Q_{\max} h_0^{5/3} / (b_0 \cdot V_0)]^{3/8} - h_0, \quad (2.12 \text{ а})$$

$$\text{б) } h = \{2Q_{\max} [(b_0 - a_0) / (ctgm + ctgn)]^{5/3}\}^{3/8} - [(b_0 - a_0) / (ctgm + ctgn)], \quad (2.13 \text{ б})$$

Максимальная скорость потока воды при прохождении паводка V_{\max} , м/с, равна:

$$V_{\max} = Q_{\max} / S_{\max}, \quad (2.14)$$

где S_{\max} – площадь поперечного сечения потока при прохождении паводка, м², определяемая по формулам (2.12 а) и (2.13 б), в которые вместо h_0 , подставляется $(h_0 +)$, а вместо b_0 – b .

Поражающее действие паводка определяется глубиной затопления h_3 м,

$$h_3 = h - h_m, \quad (2.15)$$

и максимальной скоростью потока затопления V_3 м/с,

$$V_3 = M_{\max} f, \quad (2.16)$$

Параметр удаленности объекта от русла реки f определяется по табл. 2.9.

Таблица 2.9

Значения параметра f			
h_{3h}	$M=1,25$	$M=1,5$	$M=2,0$
0,1	0,2	0,23	0,3
0,2	0,38	0,43	0,5
0,4	0,60	0,64	0,72
0,6	0,76	0,84	0,96
0,8	0,92	1,05	1,17
1,0	1,12	1,2	1,32

Поражающее действие волны затопления паводка аналогично поражающему действию волны прорыва.

В отличие от волны прорыва наводнение и паводок оказывают более продолжительное действие, усугубляющее первоначальное разрушающее воздействие волны прорыва (паводка) (см. табл. 2.10).

Таблица 2.10

Доля поврежденных объектов (%) на затопленных площадях при крупных наводнениях ($V_3=3-4$ м/с)

Объект	Часы					
	1	2	3	4	24	48
Затопление подвалов	10	15	40	60	85	90
Нарушение дорожного движения	15	30	60	75	95	100
Разрушение уличных мостовых	--	--	3	6	30	45
Смыв деревянных домов	--	7	70	90	100	100
Разрушение кирпичных зданий	--	--	10	40	50	60
Прекращение электропитания	75	90	90	100	100	100
Прекращение телефонной связи	75	85	100	100	100	100
Повреждение систем газо- и теплоснабжения	--	--	7	10	30	70
Гибель урожая	--	--	--	--	3	8

Примечание: при $V_3=1,5-2,5$ м/с приведенные в таблице значения умножить на 0,6; при $V_3=4,5-5,5$ м/с – умножить на 1,4.

ЗАДАНИЕ: Сделать прогноз и дать оценку последствия наводнения на 24 ч и 48 ч.

ДАнные для расчета:

№ варианта	Схема сечения реки	Ширина реки до и во время паводка			Глубина реки до и во время затопления, глубина затопления			Углы наклона берегов		Интенсивность осадков (таяния снега), J мм/час.;	Площадь выпадения осадков (таяния снега), F км ²	M	F
		B_0	B_m	H_0	H	H_3	m	n					

1	треугольное	70	120	4	Рас	Рас	60	50	10	600	1,25	0,60
2	Трапециевидн ос, a ₀ =65 м	120	235	5	Рас	Рас	55	65	15	700	1,5	0,84
3	Трапециевидн ос, a ₀ =100 м	240	380	6	Рас	Рас	60	65	25	800	2	1,17

Пример решения задачи:

Объем водохранилища $W=40$ млнм³, ширина прорана $B = 25$ м, глубина воды перед плотиной $H = 30$ м, средняя скорость движения воды пропуска $v = 5$ м/с. Определить параметры волны пропуска на расстояниях 100 км от плотины при её разрушения.

Таблица №

Наименование параметров	Расстояние от плотины, км						
	0	25	50	100	150	200	250
Высота волны пропуска h , м	0,25	0,2	0,15	0,075	0,05	0,03	0,02
Продолжительность прохождения волны пропуска t , ч	T	1,7 T	2,6 T	4 T	5 T	6 T	7 T

Решение:

1) По формуле

$$t_{\text{пр}} = \frac{R}{v},$$

определяем время прихода воды волны пропуска на заданном расстоянии:

$$t_{\text{пр}} = \frac{100}{5 \cdot 3,6} = 5,6 \text{ час.}$$

2) По таблице №4 находим высоту волны пропуска на заданных расстояниях:

$$h_{100} = 0,075 \cdot H = 0,075 \cdot 30 = 2,25 \text{ м}$$

3) Определяем продолжительность прохождения волны пропуска на заданных расстояниях по формуле:

$$T = \frac{W}{N \cdot B \cdot 3600}$$

W – объем водохранилища; B – ширина протока;

N – максимальный расход воды на 1 м ширины прорана (для $H=30$ м, $N=135$)

$$T = \frac{40 \cdot 10^6}{135 \cdot 25 \cdot 3600} = 3,29 \text{ час.}$$

$$T_{100} = 4 \cdot T = 4 \cdot 3,29 = 13,12$$

Лабораторная работа № 4. «Мониторинг, прогнозирование и предупреждение селевой и оползневой опасностей. Разработка инженерно-технических решений по снижению риска от схода оползней и селей».

Время 2 часа.

Цель: Ознакомление с принципом расчета поражающих факторов селевых потоков и оползней.

Задача: Определить вероятное время возникновения оползня в горизонтальных склонах

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ОПОЛЗНЕЙ

Теоретический прогноз оползней достаточно сложный, как правило, производится специалистами оползневых станций (по данным многолетних наблюдений) и может быть только вероятностным.

Принципиальная схема вероятностного прогноза возникновения нового оползня на естественном склоне в заданном районе и в заданный период времени T (по Е.П. Емельянову) состоит в следующем:

Получение исходных данных:

Определяют среднюю годовую величину коэффициента $K_{\text{ср}}^H$ устойчивости данного склона в настоящее время (т.е. на начало периода T), под которым понимают отношение суммарного сопротивления сдвигу вдоль какой-либо потенциальной поверхности скольжения к сумме сдвигающихся усилий вдоль этой поверхности

$$K_{\text{ср}}^H = \sum C_i \cdot l_i / \tau_i \cdot \Delta l_i, \quad (3.93)$$

где C_i - сопротивление сдвигу на i -ом участке,

τ_i - касательная напряжения,

Δl_i - абсолютная деформация.

Рассчитывают среднюю скорость необратимых изменений коэффициента устойчивости склона (за год в настоящее время и ее прогноз на период T) $\Delta K_{\text{ср}} = f(T)$.

Определяют зависимость амплитуды A обратимых колебаний коэффициента устойчивости склона от показателей F соответствующих факторов: $A = f(\Sigma F)$.

Рассчитывают среднюю величину годовой амплитуды $A_{\text{ср}}$ отрицательного отклонения коэффициента устойчивости склона и вероятной максимальной ее величины A_{max} за период T .

1.2.1. Анализ данных:

Определяют возможность оползня. Конечная средняя годовая величина коэффициента устойчивости склона $K_{\text{ср}}^K$ в конце прогнозируемого периода T составит:

$$K_{\text{ср}}^K = K_{\text{ср}}^H - T \cdot \Delta K_{\text{ср}},$$

Если:

$K_{\text{ср}}^K - A_{\text{max}} > 1$ - оползень маловероятен;

$K_{\text{ср}}^K - A_{\text{max}} < 1$ - оползень возможен;

$K_{\text{ср}}^K - A_{\text{ср}} < 1$ - вероятность оползня очень велика.

Рассчитывают вероятное время $t_{\text{оп}}$ смещения оползня (лет от начала прогнозируемого периода), т.е. наиболее вероятно смещение оползня в этот период по формуле

$$\text{от } (K_{\text{ср}}^H - A_{\text{max}} - 1) / \Delta K_{\text{ср}} \text{ до } (K_{\text{ср}}^H - A_{\text{ср}} - 1) / \Delta K_{\text{ср}}. \quad (3.94)$$

Пример: Определить вероятное время возникновения оползня в горизонтальных склонах.

Исходные данные: прогнозируемый период $T = 50$ лет; значение среднего начального коэффициента устойчивости склона $K_{\text{ср}}^H = 1,27$. Сравнительно равномерный подмыв подошвы склона и сопутствующие процессы обуславливают среднее годовое уменьшение коэффициента его устойчивости $\Delta K_{\text{ср}} = 5 \cdot 10^{-3}$; среднее годовое отрицательное отклонение коэффициента устойчивости склона в результате колебаний его водонасыщения и перегрузки основания наносами $A_{\text{ср}} = \pm 3 \cdot 10^{-2}$.

Максимальное негативное отклонение коэффициента устойчивости склона за 50 лет (соответствующее наиболее неблагоприятному сочетанию факторов в течение года 2%-й обеспеченности) $A_{\text{max}} = -0,1$.

Решение:

Наиболее вероятное смещение оползня по формуле 3.94 следует ожидать в период

$$\text{от } (1,27 - 0,10 - 1,0) / 0,005 \text{ до } (1,27 - 0,03 - 1,0) / 0,005, \text{ т.е. через } 34 \dots 48 \text{ лет.}$$

Следовательно, возведение на этом склоне объекта со сроком амортизации 50 лет и более, требует дополнительного проведения противооползневых мероприятий. Тем не менее временные (рассчитанные на 10...15 лет) объекты в настоящее время и в ближайшие годы возводить можно.

На практике обычно заблаговременно выявляют условие, изменение которого способно вызывать оползни участка склона, и выполняют все противооползневые мероприятия, повышающие устойчивость пород. Для этого в пределах выявления причин возникновения оползневых смещений, изучения их динамики и определения противооползневых мероприятий наблюдение ведут специальные посты со специалистами оползневых станций, в задачу которых входит контроль: за колебанием

уровней воды в колодцах дренажных сооружений, в буровых скважинах, реках, озерах и водохранилищах; за режимом подземных вод; скоростью и направлением оползневых смещений; выпадением и стоком атмосферных осадков.

На наиболее ответственных участках такие посты оборудуют створы глубинных реперов и наблюдают за ними. В качестве реперов обычно используют буровые штанги длиной 2...2,5 м. В районах глубокого промерзания штанги-реперы устанавливают на глубину до 3 м и заливают раствором цемента. Особенно внимательно наблюдение за реперами ведут в осенне-весенний период, когда выпадает наибольшее количество осадков (являющихся одной из основных причин возникновения оползней).

На основании анализа результатов проведенных наблюдений выявляют оползневые районы и выполняют противооползневые работы на тех участках, где зафиксировано смещение пород.

ЗАДАНИЕ: Определить вероятное время возникновения оползня в горизонтальных склонах.

ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА:

№ варианта	Прогнозируемый период, лет	Значение среднего начального коэффициента устойчивости склона $K_{ср}^H$	Среднее годовое уменьшение коэффициента устойчивости $\Delta K_{ср}$	Среднее годовое отрицательное отклонение коэффициента устойчивости склона в результате колебаний его водонасыщения и перегрузки основания наносами $A_{ср}$	Максимальное негативное отклонение коэффициента устойчивости склона за 50 лет A_{max}
1.	35	1,26	$4,56 \cdot 10^{-3}$	$\pm 2,97 \cdot 10^{-2}$.	- 0,11
2.	50	1,27.	$5 \cdot 10^{-3}$	$\pm 3 \cdot 10^{-2}$.	- 0,13
3.	70	1,28	$5,12 \cdot 10^{-3}$	$\pm 3,21 \cdot 10^{-2}$.	- 0,10

ПРОГНОЗИРОВАНИЕ ПРОЦЕССА ДВИЖЕНИЯ И ТРАНСФОРМАЦИИ СЕЛЕВОГО ПОТОКА

1.2.2. ПРОРЫВНОЙ СЕЛЬ

Расчетная схема:



Рис. 1. Расчетная схема прорывного селя

К основным характеристикам процесса движения и трансформации селевого потока относятся:

1. максимальный расход Q_c ,
2. объем выносов W_c ,
3. скорость селевого потока V_c
4. дальность продвижения селевого потока L_c .

1.2.2.1. Максимальный расход Q_c

Для определения максимального расхода селевого потока можно воспользоваться следующей зависимостью

$$Q_c = (1 + 0,1 \cdot l \cdot \sin^2 \alpha) \cdot Q^n, \text{ м}^3/\text{с}, \quad (1)$$

где

l - длина селевого очага, м;

α - уклон селевого очага, град;

Q^n - максимальный расход селеобразующего паводка, $\text{м}^3/\text{с}$, который определяется из соотношения:

$$Q^n = k \cdot S \cdot H_{пл}^{3/2} \cdot t / L,$$

Где S - площадь водной поверхности озера на уровне 80% высоты плотины, м^2 ;

t - температура воды в озере, °C;

k - коэффициент равный $6,25 \cdot 10^{-3} \text{ м}^{1/2}/(\text{с} \cdot \text{градус})$.

1.2.2.2. Объем выносов селевого потока W_c ,

Объем селевого потока рассчитывается по формуле

$$W_c = (1 + 0,12 \cdot l \cdot \sin^2 \alpha) \cdot W^n, \text{ м}^3, \quad (2)$$

где W^n - объем водного паводка, который определяется:

для озера, подпруженного

ледником -

$$W_{\text{Л}}^n = 0,2 \cdot S \cdot H_{\text{ПЛ}};$$

для моренного западин-

ного озера -

$$W_{\text{МЗ}}^n = 5,5 \cdot 10^{-2} \cdot S_m^{3/2};$$

для моренного

термокарстового озера -

$$W_{\text{МТ}}^n = 0,1 \cdot S_m^{3/2}.$$

где S_m - площадь водной поверхности озера при максимальном заполнении, м^2 .

1.2.2.3. Скорость селевого потока V_c

Скорость продвижения селевого потока можно определить по формуле

$$U_c = 11,4 \sqrt{h} \cdot \sqrt[3]{u_0 \cdot \sin \alpha}, \text{ м/с}, \quad (1.2.1.17)$$

где

u_0 - относительная гидравлическая крупность вовлекаемых в поток каменных материалов; $u_0 = 0,7-1,0$;

α - средний угол наклона селевого русла, град;

h - средняя глубина потока, м.

Для оперативной оценки величины h обычно принимают:

- для маломощного потока 1-1,5 м,
- среднемощного - 2-3 м;
- мощного потока 3-5 м.

Дальность продвижения селевого потока L_c .

Дальность продвижения селей определяется в два этапа.

На первом этапе рассчитывается дальность продвижения селевого потока в долине реки

$$L_1 = 12,1 W_c \cdot i / (\text{дБ}), \text{ м}, \quad (1.2.1.18)$$

где W_c - объем селя, м^3 ;

i - средний уклон долины;

d - средний диаметр анкирующих обломков, принимаемый: для селевых врезов 0,5-0,8 м, для рытвин 0,3-0,4 м, и для очагов рассредоточенного селеобразования 0,1-0,2 м;

B - среднее расстояние между селевыми береговыми валами.

На втором этапе рассчитывается дальность продвижения селевого потока на конусе выноса, при условии, что $L_1 > L_D$

$$L_2 = \sqrt{36,6 \cdot (W_c - d \cdot B \cdot L_D) \cdot i_k / d}, \text{ м,} \quad (1.2.1.19)$$

где i_k - средний уклон конуса выноса;

L_D - расстояние от конца селевого потока (очага) до вершины конуса выноса, м,

при условии $L_1 > L_D$, то $L_c = L_1$;

$$L_1 < L_D, \text{ то } L_c = L_D + L_2 \quad (1.2.1.20)$$

где L_c - дальность продвижения селея, м.

Задание на лабораторную работу:

1. Описание селевых потоков

- Оценка параметров селевых потоков:

- Плотность селевого потока
- Скорость движения селевого потока
- Высота селевого потока
- Ширина селевого потока

- Разрушительное действие селевых потоков

- Классификация селеопасных бассейнов

- Характеристика и эффективность противоселевых сооружений

- Меры по предотвращению селей

2. Возникновение и классификация оползней

- структурные оползни
- контактные оползни
- суффозионно-структурные оползни
- оползневые явления в Казахстане

- Контроль над оползнями и их прогноз:

- теоретический прогноз оползней

- получение исходных данных
- анализ исходных данных
- Пример. Определить время возникновения оползня в горизонтальных слоях.

- Основные противооползневые мероприятия борьбы с оползнями

Лабораторная работа № 5. Мониторинг, прогнозирование лавинной опасности. Методика расчета основных параметров лавин.

Время 2 часа.

Снежные лавины – одно из стихийных природных явлений, способных вызвать гибель людей и причинить значительные разрушения. Среди прочих опасностей лавины выделяются тем, что причиной их обрушения может стать деятельность человека. Непродуманное природопользование в горных регионах (вырубка лесов на склонах, размещение объектов на открытых, подверженных воздействию лавин территориях), выход на заснеженные склоны людей, сотрясения снежной толщи от техники приводят к активизации лавинной деятельности и сопровождаются жертвами и материальным ущербом. Случаи единовременной массовой гибели людей приурочены к сходам лавин на населенные пункты, отдельные сооружения и транспортные средства. Значительные разрушения происходят чаще всего в периоды массового лавинообразования, когда в течение короткого промежутка времени на значительной площади срабатывает большое количество лавинных очагов.

В 40-60 годы лавины чаще всего настигали свои жертвы в зданиях и на автомобильных дорогах. Современные исследования статистики гибели людей в лавинах показывают, что основную массу погибших составляют люди, свободно перемещающиеся в пределах лавиноопасных территорий – любители «нехоженых троп». В США это сноумобилисты (35%), горнолыжники (25%) и альпинисты (23%); в Канаде горнолыжники (43%), сноумобилисты (20%), альпинисты (14%); в Швейцарии горнолыжники и альпинисты (88%). При этом большинство трагедий спровоцировано самими жертвами. И только зимой 1998-1999 гг. баланс изменился - 122 погибших в лавинных катастрофах в мире (63% от общего числа жертв) в момент обрушения лавин находились в помещениях и на автодороге. В Кыргызстане в последние годы несчастные случаи связаны с перемещением по лавиноопасным районам – гибель альпинистов (пик Хан-Тенгри), туристов (Жалал-Абадская область), (Северный

пассажиры транспортных средств (автодороги Бишкек-Ош, Бишкек-Торугарт). Трагически регулярно попадают в лавины дети и подростки в окрестностях населенных пунктов. Размер лавин не имеет решающего значения для возможного ущерба. Статистика жертв утверждает, что почти половина их гибнет под небольшими лавинами, которые проходят путь не более 200 метров.

Таким образом, определяются основные задачи противолавинных мероприятий: защита от отдельных лавинных очагов, угрожающих конкретным хозяйственным объектам и предупреждение попадания в лавины людей, передвигающихся по хозяйственно неосвоенным территориям, где угрозу может представлять любой горный склон.

Необходимость организации противолавинной защиты определяется масштабами распространения явления: площадь лавиноопасных территорий в Кыргызской Республики.

Прогноз лавинной опасности является частью комплекса мероприятий, направленных на защиту от лавин населения и хозяйственных объектов в горных районах. Принятое в гляциологии определение «прогноз схода лавин» (прогноз лавинной опасности) подразумевает предсказание периода лавинной опасности, времени и масштабов схода лавин. Применение прогноза для обеспечения безопасности жизнедеятельности обуславливается определенными условиями и требует создания информационно-методической базы.

Факторы лавинообразования

Многолетний опыт исследований лавин позволил выявить определенные закономерности в процессе лавинообразования, выявить ведущие факторы обрушения лавин, оценивать параметры явления. Обрушение лавин происходит при нарушении устойчивости снежного пласта на склоне, вызванном воздействием внешних факторов и процессами внутри снежной толщи, протекающими под влиянием внешних факторов. Сход лавин может происходить на склонах с углом наклона 15° и при толщине снежного покрова 15 см. Однако, такие случаи крайне редки. В СССР для выявления районов, где возможно образование лавин, при составлении карт среднего и мелкого масштаба их границы проводились по изолиниям толщины снежного покрова 30 см, а изолинии 70 см ограничивали районы, где лавины образуются часто и представляют значительную опасность. Наиболее благоприятными для лавинообразования признаны склоны, угол наклона которых составляет $25-40^\circ$. Детальные крупномасштабные исследования с использованием натуральных наблюдений и расчетов, изучением геоморфологических, геоботанических, почвенных и гидрологических признаков в различных регионах

позволяют выявить территории, где происходит образование, движение и остановка лавин.

В процессе исследования обрушения лавин были выявлены общие для различных горных регионов ведущие факторы и определен характер их воздействия на лавинообразование (табл.1).

Таблица 1

Классификация лавинообразующих факторов.

Факторы	Воздействие на лавинообразование
А. Постоянные факторы	
1. Условия подстилающей поверхности	
1.1. Относительная высота, общая топографическая ситуация:	Определяют глубину расчленения (высоту падения лавин) и заснеженность в зависимости от широты места и абсолютной высоты и ориентации хребтов
зона гребней и высоких плато	Сильное влияние ветра на распределение снега, снежные карнизы, локальные лавины из снежных досок
зона между гребнями и верхней границей леса	Метелевое снегонакопление, обширная зона формирования лавин из снежных досок
зона ниже верхней границы леса	Уменьшение влияния ветра на перераспределение снега, уменьшение количества лавин из твердых досок, преобладание лавин из мягких досок
1.2. Крутизна склона	Определяет критическую высоту снега
> 35°	Часто формируются лавины из рыхлого снега
> 25°	Часто формируются лавины из снежных досок
> 15°	Течение снега, нижний предел формирования лавин
< 20°	Течение снега, отложение лавинного снега. Возможно возникновение лавин из насыщенного водой снега, сходящих со склонов очень малой крутизны
1.3. Ориентация склона:	Влияет на снежность, типы лавин
по отношению к Солнцу	На затененных склонах увеличение лавин из снежных досок, на солнечных - увеличение количества мокрых лавин (при равных снегозапасах)
по отношению к ветру	На подветренных склонах повышенное снегоотложение, увеличение количества лавин из снежных досок, на наветренных склонах противоположное воздействие
1.4. Конфигурация поверхности	Влияет на снежность, типы лавин, критическую высоту снега
Ровный склон	Неканализованные лавины (осовы) из снежных досок и рыхлого снега
лотки, воронки, кары	Места концентрации снега, канализованные (лотковые) лавины преимущественно из снежных досок
Изменения крутизны склона по продольному профилю	На выпуклых склонах часто располагается линия отрыва лавин из снежных досок, на крутых склонах – точки возникновения рыхлых лавин, существенное влияние на критическую высоту снега, прыгающие

	лавины
Уступы в рельефе	Под ними часто возникают лавины из рыхлого снега
1.5. Шероховатость поверхности	Влияет на критическую толщину снега
Гладкая поверхность	Малая критическая толщина, лавины поверхностного слоя
Выступающие препятствия (скалы, поперечные гряды)	Большая критическая толщина, лавины полной глубины
Растительность	Трава – способствует срыву снега, лавины полной глубины; кусты – пока не покрыты полностью снегом препятствуют, сходу лавин; лес – если достаточно плотный, то препятствует зарождению лавин
Б. Переменные факторы	
2. Текущая погода (за период до 5 дней назад)	
2.1. Снегопады:	Возрастание нагрузки. Увеличение массы неустойчивого материала.
Тип нового снега	Пушистый снег – рыхлые лавины Связный снег – лавины из снежных досок
Суточный прирост снега	Возрастание нестабильности снега с увеличением толщины снежного покрова. Отрыв возможен как в новом, так и в старом снеге.
Интенсивность снегопада	Прогрессирующая неустойчивость при более высокой интенсивности, увеличение количества лавин из свежевыпавшего снега, возрастание опасности схода лавин с пологих склонов
2.2. Дожди	Способствует сходу мокрых рыхлых или мягких пластовых лавин; возможно возникновение водоснежных потоков и снежно-грунтовых оползней
2.3. Ветры	Создают локальную перегрузку снега на склонах, формируют снежные доски и неустойчивую стратиграфию
Направление	Повышенная опасность образования пластовых лавин на подветренных склонах; образование карнизов
Скорость и продолжительность	С их увеличением растет вероятность локального обрушения пластовых лавин
2.4. Тепловые условия	Неоднозначное влияние на прочность снега и напряжения внутри снежной толщ. Как понижение, так и повышение температуры могут приводить к неустойчивости
Температура снега и содержание в нем свободной воды	Повышение температуры до точки плавления приводит к появлению свободной воды в снеге, что может вызвать его неустойчивость
Температура воздуха	Одинаковый эффект для склонов всех экспозиций, сильное похолодание способствует развитию неустойчивости за счет градиентного метаморфизма
Солнечная радиация	На склонах солнечной экспозиции развитие неустойчивости за счет развития радиационных оттепелей
Тепловое излучение	Выхолаживание снежной поверхности ночью и в тени, существенное при безоблачном небе, способствует образованию поверхностной и

	глубинной изморози
3. Условия в старом снежном покрове (интегральное влияние предшествующих условий погоды и погоды за весь зимний сезон)	
3.1. Общая высота снега	Не основной фактор лавинной опасности. Сглаживание шероховатостей поверхности склона. Влияет на массу лавины, сходящей по грунту. Влияет на процесс градиентного метаморфизма.
3.2. Стратиграфия	Устойчивость толщи на склоне контролируется наличием ослабленных слоев с учетом напряжений
Старые поверхностные слои	Состояние – рыхлость (поверхностный иней), хрупкость, шероховатость – важны при последующих снегопадах
Внутреннее строение снежного покрова	Сложное строение, ослабленные прослойки, ледяные корки ведут к развитию неустойчивости

Следует отметить, что влияние на процесс лавинообразования оказывают не только сами вышеуказанные факторы, но и их сочетание. Уже во время отложения снега на земную поверхность осуществляется влияние многих процессов. Форма и размер кристаллов снега, характер залегания и плотность поверхностного слоя определяются температурой воздуха, направлением и скоростью ветра, формой и параметрами подстилающей поверхности. Преобладание того или иного типа метаморфизма снежной толщи, характер ее эволюции являются функцией действия самых разнообразных факторов.

На основе многолетних наблюдений выявлены количественные показатели метеорологических факторов схода лавин (интенсивность выпадения осадков, прирост снежного покрова, скорость ветра и др.) и характеристики лавинного режима для отдельных горных регионов, позволяющие с определенной степенью вероятности предположить возможность схода снежных лавин, дана оценка рельефа как фактора лавинообразования. Простейшие методики прогноза построены на сравнении текущих и прогнозируемых значений снежно-метеорологических характеристик с критическими значениями.

Анализ факторов, приводящих к обрушению лавин позволил выявить генетические типы лавин и классифицировать их. Необходимость в генетической классификации для прогноза лавин объясняется тем, что прогнозист должен ясно представлять - что именно он собирается прогнозировать и на какие факторы нужно обращать внимание в первую очередь. Это может быть учет внешних факторов, определяющих возникновение дополнительных нагрузок и наличие влаги в снежном покрове, разделение по действию внешних и внутренних процессов в снежном покрове, типизация структуры обрушивающегося снега и характера его отрыва, воздействие внешних факторов на соотношение сил в лежащем на склоне снежном покрове.

Разработка уникальной генетической классификации осложняется, в том числе тем, что сход лавин может быть обусловлен сочетанием ряда факторов. Например, во многих районах Кыргызстана обрушение лавин, условно отнесенных к лавинам свежеснежного или метелевого снега, происходит вследствие разрушения глубинного слоя снежного

покрова, в котором на протяжении длительного времени перед снегопадом или метелью шел процесс разрыхления, то есть по некоторым признакам их можно отнести и к лавинам длительного развития. Анализ имеющихся методик показывает, что число прогнозируемых типов лавин меньше предлагаемого большинством исследователей. Упрощенная схема дифференциации лавин предложена создателями «Методических рекомендаций по прогнозу снежных лавин в СССР» :

- свежевыпавшего снега;
- метелевого снега;
- старого снега;
- прочие.

Неопределенность последней группы объясняется смешанным генезисом многих лавин. В дальнейшем при указании генетического типа лавин, будет использоваться определение, указанное разработчиком методики прогноза.

Следует отметить, что многие зарубежные исследователи не уделяют особого внимания классифицированию лавин по их генезису, делая упор на исследовании строения обрушающегося слоя снега. К примеру, широко используются определения мягкая доска или твердая доска.

Прогноз лавинной опасности

Прогноз лавинной опасности в общем виде включает в себя указание места и времени схода лавин.

На начальном этапе изучения лавин на определенной территории необходимо выявить места возможного схода лавин, рассчитать их параметры, определить лавинный режим. Для этих целей используются материалы снеголавинных наблюдений, косвенные признаки лавинной опасности, статистические зависимости, математические модели, изучаются архивы и проводятся опросы местных жителей. По полученным и рассчитанным данным составляются карты лавинной опасности. Результат исследований определяется как **пространственный прогноз** лавинной опасности – прогноз лавинного «климата». По охвату территории он может быть локальным (для отдельного лавинного очага или их группы) и фоновым (для горного региона или их совокупности). Соответственно для представления локального прогноза используются крупномасштабные карты, для фонового прогноза: средне- и мелкомасштабные.

Крупномасштабные карты могут содержать следующие сведения: контуры снегосборов с указанием мест отрыва лавин и зон транзита, границы распространения лавин различной обеспеченности, изолинии динамических характеристик, границы распространения воздушной волны, повторяемость схода лавин.

В Западной Европе форма представления информации на крупномасштабных картах часто имеет прикладной характер – различная цветовая заливка характеризует повторяемость и силу удара лавины и определяет возможное использование данной территории: от полного запрещения наземного строительства до разрешения строительства с использованием защитных сооружений и отсутствия каких-либо ограничений.

В среднем масштабе дается характеристика лавиноопасных склонов – повторяемости лавин, их объемов, генетических типов. Мелкомасштабные карты служат

для выявления районов, в которых при проектировании строительных сооружений и других изыскательских работах необходимо проведение специальных обследований. Они содержат оценку степени лавинной активности (таб. 2).

Таблица 2

Градации лавинной активности

Повторяемость лавин в среднем очаге, шт/год	Число очагов на 1 км дна долины		
	Более 5	5-1	Менее 1
Более 1	Высокая		
1 – 0,1		Средняя	
Менее 0,1			Низкая

Карты могут показывать оценку возможного ущерба от лавин, рекомендации по выбору противолавинных мероприятий с оценкой их эффективности.

Временной аспект прогноза лавинной опасности предусматривает определение возможности схода лавин на заданной территории в обусловленный промежуток времени. По площади охватываемой территории различаются три типа прогноза схода лавин:

1. фоновый мелкомасштабный, составляемый для горной системы или отдельных речных бассейнов площадью не менее 250 км²;
2. фоновый крупномасштабный для территории горного бассейна обычно площадью 25-30 км² или крупных лавиносборов;
3. детальный крупномасштабный, составляемый для отдельного лавиносбора или лавиноопасного склона

Приводимая в научной литературе классификация прогнозов на кратко-, средне- и долгосрочные не использует фиксированных интервалов времени для такового их разделения. Анализ работ по прогнозированию лавинной опасности показывает, что на практике прогноз может составляться на сутки, 48 часов, 72 часа, на зимний сезон, на многолетний отрезок времени.

Прогнозы лавинной опасности создаются с использованием специально разрабатываемых для региона или отдельного очага методик, определяющих алгоритм выявления лавинной опасности. Ряд методик предусматривает прогноз лавиноопасного периода – промежутка времени, на протяжении которого будет сохраняться действие фактора лавинообразования. Как правило, такой подход используется при прогнозе лавин во время снегопадов и метелей. Сход лавин прогнозируется с момента достижения критических условий до конца снегопада (метели) и на период от одних до двух суток по их окончании - пока сохраняется неустойчивость снежного покрова. Прогнозы лавиноопасного периода имеют характер консультации, так как прогнозист должен строить свой прогноз исходя из предположений типа «если интенсивность потепления сохранится в течение нескольких дней» и т.д. При этом периодные прогнозы имеют существенно большую по сравнению с суточными оправдываемость. Однако неопределенность времени схода лавин, сопровождающая данный тип прогноза, делает его использование неудобным для потребителя.

Ряд прогностических центров составляет прогноз на несколько дней с указанием степени опасности на каждый день.

Для предотвращения ущерба или лишних затрат на организацию противолавинных мероприятий во время действия прогноза может происходить его уточнение. К примеру,

швейцарский национальный снеголавинный бюллетень публикуется ежедневно в 17 часов, в случае значительных изменений снежно-метеорологических условий в 10 часов утра издается новый текст бюллетеня.

Заблаговременность (время между составлением прогноза до начала его действия) прогноза, заложенная во многих методиках прогноза нулевая. На практике это означает констатацию факта достижения критических для схода лавин условий. Основные причины такого положения кроются в скоротечности возникновения лавиноопасной ситуации (от нескольких часов до суток), постоянном изменении метеорологических условий, невозможности непрерывного и повсеместного сбора необходимой информации. Очень существенным моментом, определяющим и качество прогноза, и его заблаговременность, является уникальная пространственно-временная изменчивость строения и свойств снежного покрова. Диагностическая схема переводится в прогнозную при использовании в расчетах инерционного прогноза метеорологических элементов. Ограничения заблаговременности при ориентации методики на использование метеорологического прогноза дополняются отсутствием точных методов количественного прогноза осадков, интервальной формой прогноза ряда метеорологических элементов. Для достижения большей заблаговременности и повышения качества прогноза специалисты по лавинам часто создают собственные методики прогноза метеорологических характеристик, необходимых для своей работы. В качестве примера можно привести прогноз осадков более 15 мм/сутки для Заилийского Алатау.

В отдельных методиках прогноза, использующих информацию о состоянии снежного покрова в районе зоны отрыва лавин, производится расчет времени обрушения лавин.

По мере поступления новой снежно-метеорологической информации прогноз подлежит уточнению.

Предметом прогноза ряда методик являются количественные характеристики лавин – объем, дальность выброса, число лавин. Для фонового прогноза уточняются места схода – конкретные лавинные очаги, высотные интервалы действия лавин и склоны определенной экспозиции.

Предметом прогноза может являться массовый сход лавин, когда сход лавин происходит более чем в 1/3 лавинных очагов территории, для которой составляется прогноз.

Методики долгосрочного прогноза лавинной опасности учитывают возможные изменения климата. Объектами прогнозирования являются продолжительность лавиноопасного периода, число дней с лавиноопасными снегопадами и ряд лавиноиндикационных характеристик – толщина снежного покрова, число дней с отрицательной среднесуточной температурой воздуха.

Прогноз лавинной опасности может иметь альтернативный и вероятностный характер. При альтернативном прогнозе возможны две формулировки: «лавиноопасно» и «нелавиноопасно». В СССР данный подход к оценке лавинной опасности применялся в большинстве случаев. Тонким местом таких прогнозов является сход лавин, неугрожающих населению и хозяйственным объектам. При этом согласно нелавиноопасной считается ситуация, когда наблюдается отсутствие схода лавин, либо незначительные подвижки снега объемом до 10 м³, не представляющие опасность для людей и хозяйственных объектов. Альтернативный прогноз предусматривает обрушение самопроизвольных лавин. Прогноз считается оправдавшимся если сошла хотя бы одна лавина (за исключением случаев прогноза массового схода лавин). Возможность искусственного обрушения лавин может оговариваться отдельно.

Вероятность схода лавин может оцениваться в процентах, что применяется крайне редко из-за неудобства трактовки прогноза пользователем, и по определенной шкале. Концепция Европейской шкалы лавинной опасности была разработана в 1985 г [66]. В 1993 г. после широкого обсуждения шкала была принята для использования на практике службами лавинного прогноза ряда западноевропейских стран (Таб. 3). Степень опасности оценивается пятью прогрессивно растущими ступенями, которые описываются через устойчивость снежного покрова на горных склонах, вероятность обрушения лавин и их объемы и характер воздействия на жизнедеятельность в горах. Состояние снега (его устойчивость) оценивается применительно к возможным дополнительным нагрузкам.

Выбор предикторов

Качество прогноза обеспечивается выбором набора и оптимального числа предикторов - показателей, определяющих образование лавин в конкретном районе и в фиксированный момент времени. В их число могут входить (таб. 1) характеристики снежного покрова, индексы атмосферных процессов, значения метеорологических и аэрологических элементов, параметры рельефа. В практике прогнозирования лавинной опасности используются измеренные, нормализованные (при отличии от нормального распределения) и рассчитанные значения (интенсивность выпадения осадков, изменение температуры воздуха и др.), а также обобщенные показатели, учитывающие несколько исходных переменных и описывающие определенный процесс (произведение скорости ветра на продолжительность его действия, характеризующее количество переметенного снега).

Таким образом, на начальном этапе разработки методики прогноза ставится задача выбора из множества признаков наиболее информативных, обеспечивающих требуемую статистическую надежность методики и точность прогноза. Под информативностью отдельного признака понимается мера количества информации, содержащаяся в нем, относительно другого. При этом, по мнению ряда исследователей для анализа (в частности статистического) большинства лавиноопасных ситуаций нет необходимости в формировании громоздких массивов данных с большим числом лавинообразующих признаков. Увеличение объема данных обычно не дает выигрыша в заблаговременности и оправдываемости прогнозов.

Отбор признаков (предикторов) может осуществляться на основе физических соображений и методов математической статистики. Выбор предикторов для методик прогноза должен происходить с учетом площади территории, на которую составляется прогноз и изменчивости в ее пределах их значений.

В качестве показателя информативности предикторов, используемых в прогнозе лавинной опасности, применяются:

- двойной t – критерий Стьюдента;
- расстояние Махаланобиса;
- показатель разделимости Фишера.

Корреляционный анализ попарно независимых предикторов позволяет исключить взаимозависимые величины и сократить тем самым число предикторов. В работе независимыми принимались признаки, коэффициенты корреляции которых меньше 0,6 по модулю. Анализ главных компонент, применяемый как способ сокращения факторов, допускает использование взаимозависимых предикторов. Наиболее часто употребляется вращение по методу варимакс (максимизирующее дисперсию исходного пространства переменных).

Порядок расположения признаков по степени информативности определяется с помощью процедуры «просеивания». При составлении альтернативного прогноза производится классифицирование на два класса: класс с наличием лавин и класс с отсутствием лавин. Первоначально в состав общего вектора-предиктора включаются все признаки, которые определяют физическую модель рассматриваемого явления и учитывают его особенности. Предиктор, обеспечивающий максимальное значение показателя разделимости Фишера выбирается из общего числа предикторов, затем вычисляется значение для этого предиктора в паре с каждым из оставшихся предикторов и т.д. Процедура продолжается до тех пор, пока с добавлением каждого следующего предиктора не прекращается рост показателя разделимости. Таким образом определяется группа предикторов наиболее полно описывающих условия лавинообразования.

Оценка характера влияния каждого признака в отдельности производится путем сравнения его среднего значения в двух классах. Для сравнения степени информативности признаков между собой вычисляется расстояние Махаланобиса. А для проверки значимости различия средних значений параметров в каждом из классов рассчитывается двойной *t*-критерий Стьюдента. Значимость различия говорит об изолированности классов и возможности хорошей классификации.

Установлено, например, что при прогнозе с использованием дискриминантного анализа оптимальное соотношение между числом признаков и длиной ряда наблюдений в классе с явлением должно быть не более 1/10. Обычно их количество лежит в пределах 5-10 [32].

При выборе предикторов можно следовать, сформулированному в работес использованием метода главных компонент правилу: первый главный компонент может быть определен (выражать) как «силовое воздействие» (нагрузка) на снежный пласт; второй – как «температурный фон» лавинопроявления; третий «готовность снежной массы к сходу».

Многолетние исследования и анализ работ по выявлению ведущих факторов лавинообразования позволил выявить наиболее значимые предикторы для лавин различных генетических типов (Таб. 4).

Таблица 4

Наборы наиболее значимых предикторов для лавин различных генетических типов

Виды информации (параметры)	Генезис лавин			
	Из свежего снега	Из метелевого снега	Теплового разрыхления	Сублимационного разрыхления
Температура воздуха	+	+	+	-

Толщина снежного покрова	+	(+)	+	(+)
Водный эквивалент снега	(+)	-	(+)	(+)
Плотность снега	(+)	(+)	(+)	(+)
Влажность снега	-	-	+	-
Температура снега	-	-	+	(+)
Влажность воздуха	(+)	-	-	-
Метелевый перенос	-	+	-	-
Длительность солнечного сияния	-	-	(+)	-
Акустическая эмиссия снега	+	+	(+)	(+)
Скорость ветра	(+)	+	-	-
Время схода лавин	+	+	+	(+)
Мощность рыхлых горизонтов	(+)	-	-	(+)
Размер кристаллов	-	-	(+)	(+)
Атмосферное давление	-	+	-	-

- + - признак информативен
- (+) - информативен условно
- неинформативен

Установлено, что хорошо распознаются и могут быть универсальными для многих горных регионов при прогнозировании лавин из свежеснегавыпавшего снега такие предикторы, как прирост высоты свежеснегавыпавшего снега и/или количество выпадающих осадков. Метелевые лавины в разных регионах также могут прогнозироваться с использованием ограниченной группы предикторов. В тоже время мокрые лавины даже в пределах одного горного региона могут иметь существенно различные предикторы.

Детальные методы прогноза основываются на использовании в первую очередь данных о снежном покрове в конкретном очаге, а фоновые методы чаще всего базируются на аэросиноптической и метеорологической информации.

Дифференциация условий лавинообразования

Предваряющее процедуру прогноза классифицирование условий лавинообразования, традиционное для разработок в СССР, способствует по мнению ряда авторов повышению его качества. Поскольку многие методики прогноза лавинной опасности созданы для лавин определенных генетических типов данный процесс позволяет сравнить текущую ситуацию с типовыми, отнести ее к определенному классу и сконцентрировать внимание на ведущих факторах и применении определенных методик.

Отбор предикторов для классифицирования условий лавинообразования осуществляется аналогично отбору для методик прогноза. Для дифференциации условий лавинообразования используются:

- регрессионный анализ;

- дискриминантный анализ;
- анализ главных компонент.
- метод распознавания образов;

Механизм отнесения ситуации к возникновению сухих или мокрых лавин описан в работе. На первом этапе обучающая выборка сухих и мокрых лавин формировалась по генезису, установленному снеголавинной станцией. Далее проводились процедура определения информативности предикторов, построение дискриминантной функции и определение вероятности принадлежности каждого события к тому или иному классу.

Вычисленные главные компоненты в работе дали возможность получить уравнения дискриминантной функции, разделяющие лавины свежевывающего снега на сухие и мокрые с оправдываемостью более 90%. В то же время принадлежность мокрых лавин с отрывом по линии и из точки показала правильность опознавания соответственно 84 и 63%, хотя отрыв сухих лавин распознавался с высокой надежностью (91-95%).

Ряд методик прогноза лавинной опасности содержит условия, с момента наступления которых начинается их применение. Так датой начала лавиноопасного сезона может быть принято достижение толщины снежного покрова на метеоплощадке 30 см. Для бассейна реки Томь первому прогнозу лавинной опасности, составляемому по предложенной методике, должно предшествовать накопление 100 мм твердых осадков от даты образования устойчивого снежного покрова и т.д. При оценке текущей ситуации методика может начинать работу с момента достижения одним из параметров критического значения. К примеру, для бассейна р. Кунерма полусуточное количество осадков должно достичь 1 мм.

Метод прямого (полевого) определения лавинной опасности

В состав регулярных снеголавинных наблюдений входят изучение стратиграфии снежной толщи, замеры толщины снежного покрова, определение физико-механических свойств снега – плотности, временного сопротивления сдвигу и разрыву, твердости, предела прочности и др. Измерения проводятся в непосредственной близости от лавинных очагов на безопасных участках, имеющих по мере возможности, сходные с лавиноопасными склонами параметры (крутизна, экспозиция).

Простейшая статистическая обработка данных наблюдений позволяет установить эмпирические зависимости, позволяющие используя результаты измерений, определить возможность обрушения лавин (таб. 5). По мере накопления материалов строятся типовые совмещенные стратиграфические колонки и эпюры распределения прочностных характеристик по вертикальному профилю, сравнением с которыми оценивается степень лавинной опасности и определяется тип ожидаемых лавин.

Таблица 5

Эмпирические зависимости для прогнозирования лавинной опасности по данным зондирования конусным зондом

Лавинная опасность	Сопротивление зонду	Сцепление $C \gg 1,4R \text{ кг/дм}^2$	Соотношение прочности соседних
--------------------	---------------------	--	--------------------------------

	<i>R, кг</i>		слоев
Серьезная (лавина может возникнуть в ближайшее время)	Менее 1,5	Менее 2	Более 4
Средняя (лавина может возникнуть при механическом нарушении снежного покрова)	1,5-5	2-7	2,5-4
Низкая (почти полностью отсутствует угроза возникновения лавины)	5-21	7-30	2,5-1,5
Отсутствует	Более 21	Более 30	Менее 1,5

Лавинными службами многих стран разработаны системы тестов устойчивости снежной толщи. В ходе тестов выявляются ослабленные слои и оценивается усилие, необходимое для сдвига и просадки снежного пласта на конкретном горном склоне (в лавинном очаге). При этом для оценки используются как количественные, так и качественные определения. Простейшие действия с применением подручных средств (лопата, лыжи) позволяют определить степень лавинной опасности на горном склоне не только специалистам, но и всем работающим и отдыхающим в горах. В ряде стран овладение тестами входит в обязательную программу обучения горнолыжных и альпинистских инструкторов. Повышенное внимание к таким тестам объясняется его направленностью на обеспечение безопасности тех категорий людей, которые составляют основную массу жертв лавинных катастроф.

Так называемый «тест лопатой» (Shovel Shear Test) выполняется на вырезаемом в снежной толще блоке снега. Усилие, требуемое для отрыва вырезанного блока снега, оцениваемое качественно, является субъективным показателем устойчивости снега. На основании наблюдений делаются выводы о степени лавинной опасности склонов. Если снег очень неустойчив, то слабый слой отрывается сразу же, как только вырезаются все четыре грани блока. Если отрыва не происходит, то его можно вызвать, толкая блок лопатой вниз по склону.

В последние годы для испытания снега применяются «тест скользящего блока» (Rutschblock Test), разработанный специалистами Швейцарского института снежно-лавинных исследований и его модификации. Проверка снежного покрова на склоне выполняются лыжником на вырезанных в снежной толще блоках. Лыжник производит 7 определенных действий, располагаясь над блоком снега и перемещаясь по нему, последовательно увеличивая нагрузку. Испытания производятся до разрушения блока. Интерпретация полученных результатов – определение степени лавинной опасности – осуществляется в соответствии с разработанными в ряде стран стандартами. В

простейшем виде разрушение при 1-3 действиях означают нестабильное состояние снежного пласта на склоне, которое будет нарушено под действием лыжника; при 4-5 предполагается устойчивое состояние, однако отдельный лыжник может вызвать обрушение лавины; 6-7 – обрушение лавины лыжником маловероятно. Значительные размеры испытываемого блока (на порядок ближе к реальному снежному пласту на склоне) выгодно отличают данный тест от большинства других.

Тесты выполняются с определенной периодичностью на разных (экспозиция, крутизна) склонах, что позволяет выявить происходящие в снежной толще изменения и определить направленность процесса метаморфизма.

В то время как такие тесты часто дают довольно хорошие результаты, важно понимать, что на основании единичного теста не может определяться устойчивость всего склона. Результаты могут резко меняться в зависимости от того, на каком участке склона тест был выполнен. Сложности использования тестов для оценки лавинной опасности связаны с отсутствием учета веса лыжника-испытателя, субъективным определением прилагаемых усилий.

Из-за своей простоты и достаточно высокой надежности тесты устойчивости снежного покрова широко используются на практике для определения степени лавинной опасности. Результаты тестов учитываются как при локальном, так и фоновом прогнозе схода лавин различными методами.

Полевые наблюдения являются наиболее эффективным способом определения возможности обрушения лавин длительного развития.

Детерминистский метод

Измеренные значения характеристик снежного покрова используются для расчета устойчивости снежного покрова на склоне.

В простейшем виде коэффициент устойчивости для рыхлого снега при сдвиговом механизме лавинообразования может быть рассчитан следующим образом:

$$K = \frac{f}{\operatorname{tg} \alpha}, \text{ где}$$

f – коэффициент внутреннего трения или трения снега о подстилающую поверхность, α - угол наклона (крутизна) склона.

Если это соотношение значительно больше единицы, лавинная опасность отсутствует; при величине его равной единице, снежный покров находится в состоянии предельного равновесия т.е. может соскользнуть со склона при незначительном увеличении нагрузки или уменьшении сдерживающих сил; если коэффициент устойчивости менее единицы, это указывает на неустойчивое состояние снега на склонах.

Эмпирическим путем получен ряд уравнений, позволяющих с использованием данных полевых измерений выявить критические для каждого слоя значения толщины вышележащего слоя снега, сцепления у нижней границы слоя, определить предельный для данных условий угол наклона склона. Включение в расчет метеорологических

характеристик позволяет определить время наступления лавинной опасности (при предположении сохранения текущей погодной ситуации) .

Для ускорения расчетов критических величин и составления прогноза построены номограммы, позволяющие оценить состояние снежного покрова в полевых условиях.

Устойчивость снежного покрова можно оценить по результатам расчета распределения в нем механических напряжений. Такой расчет для снежного покрова с изменяющейся толщиной и значительной пространственной вариацией параметров, лежащем на горном склоне произвольной конфигурации и удерживаемом силой трения, которая нелинейно зависит от смещения снега относительно склона, является трехмерной и существенно нелинейной задачей и подразумевает большой объем вычислений. Вводом некоторых условий задача чаще всего сводится к двумерному решению. Математические модели расчета устойчивости снега на склоне, основанные на анализе напряженного состояния снега могут быть использованы для прогноза лавинной опасности, однако в практике применяются крайне редко. Причины заключаются в сложности получения характеристик состояния снега в лавинных очагах, значительных погрешностях их измерения, а также в невозможности экстраполяции полученных в одной точке данных на всю поверхность лавинного очага по причине значительной изменчивости строения и свойств снега.

В настоящее время это направление прогноза развивается в Центре лавинной безопасности ОАО «Апатит» в Хибинах. Расчет на основании разработанной модели определяет вероятность превышения порогового значения тензора напряжений в снежном покрове в лавинном очаге.

Детерминистский подход применяется для прогноза лавин из конкретного лавинного очага.

Невозможность проведения прямых измерений характеристик снежного покрова в зонах отрыва лавин стимулировала исследования физических процессов в снежном покрове и построение моделей его строения и эволюции. Первые такие модели использовали статистические связи и учитывали только отдельные факторы – снегонакопление во время снегопада, метелевый снегоперенос и скорость ветра, формирование слоя глубинной изморози. В 1983 г. Центр исследований снега (СЕН) во Франции приступил к разработке новой программы по изучению развития снежного покрова. Детерминистская модель оценивает энергетический и морфологический режимы снежной толщи. При моделировании рассчитываются теплопроводность снега, просачивание влаги, снеготаяние, учитываются фазовые превращения внутри снежной толщи и наиболее важные процессы метаморфизма снежных кристаллов. Принимаются во внимание радиационные и турбулентные потоки, поступающие на поверхность снежного покрова и геотермальный поток из подстилающего грунта. Результатом работы модели является рассчитанный профиль снежной толщи с распределенными по нему значениями температуры и плотности; выявляются неустойчивые слои. Проверка модели в разных районах Французских Альп дала удовлетворительные результаты, хотя отмечается

недоучет влияния ветра. Моделью не рассчитывается формирование на поверхности снежной толщи поверхностного инея и ледяной корки – важных факторов для возникновения лавинной опасности.

Математическое моделирование процессов тепло- и массопереноса в снежной толще с учетом ее сложного слоистого строения получило развитие и в нашей стране. В настоящее время намечается проверка теоретически разработанной модели в полевых условиях в разных горных регионах.

Методы дистанционного контроля лавинной опасности

Методы дистанционного контроля снежного покрова для прогноза лавинной опасности слабо проверены на горных склонах и существуют в основном в виде теоретических разработок. Одним из таких методов является регистрация сигналов акустической эмиссии в снежном покрове. Установлено, что увеличение средней активности акустической эмиссии соответствует уменьшению устойчивости снежного покрова в зоне отрыва лавин.

Способ оценки устойчивости снежного покрова, использующий информацию о медленном сползании снега, поставляемую специальным датчиком разрабатывался в Высокотомном геофизическом институте.

Методы распознавания образов

Суть метода распознавания образов состоит в следующем. Образ – это описание любого элемента как представителя соответствующего класса образов, который в свою очередь определяется как некоторая категория, обладающая рядом свойств, общих для всех ее элементов. Применительно к лавинам под образом следует понимать набор значений конечного числа n параметров, характеризующих снежно-метеорологическую ситуацию. В n - мерном пространстве образ определяется вектором $x=(x_1, x_2, \dots, x_n)$, где x_i – значения параметров. Очевидно, что для целей прогноза лавинной опасности выделяются два класса образов: класс лавиноопасных и нелавиноопасных ситуаций. Далее, для того чтобы опознать неизвестный вектор x , необходимо сопоставить его с некоторым эталоном соответствующего класса.

В группу распознавания образов входят несколько методов, использующих аппарат математической статистики.

Синоптический (стандартный) метод

Методики фонового прогноза лавинной опасности, использующие синоптический метод, строятся на сопоставлении статистической информации о сходах лавин с синоптическими ситуациями и связанными с ними погодными условиями. Циклонические процессы, вторжения воздушных масс вызывают выпадения осадков, изменения направления и скорости ветра, температуры воздуха – ведущих факторов лавинообразования. В зависимости от направления движения, глубины циклона и продолжительности его действия различается характер влияния на разные районы

исследуемой территории – высота местности, экспозиция и крутизна склонов, ориентация и ширина горных долин обеспечивают многообразную реакцию снежного покрова. В то же время действие определенных процессов не способствует формированию лавин и приводит к стабилизации снежного покрова на склонах.

Типизация атмосферных процессов для прогнозов лавинной опасности производится чаще всего по направлению их движения - Типизация циклонов, приводящих к возникновению лавин в центральных районах Магаданской области, по траекториям движения). При классифицировании атмосферных процессов дается комплексная характеристика метеорологических явлений в период их влияния.

Ежедневный анализ синоптической обстановки с целью обнаружения и опознавания различных типов атмосферных процессов позволяет составлять фоновый мелкомасштабный прогноз лавинной опасности со значительной (24 часа и более) заблаговременностью.

Участие в составлении прогноза эксперта, обладающего текущей снеголавинной информацией и знающего предшествующую обстановку, позволяет осуществлять детализацию прогноза (указание возможных мест схода) и добиваться удовлетворительных для фонового регионального прогноза результатов. Оправдываемость прогнозов, составленных с использованием синоптического метода, достигает 65-70% . При прогнозе на период лавинной опасности она повышается до 80-90% [21, 58] . На качестве прогноза сказывается, что помимо погрешностей в опознавании лавинной ситуации, связанных с определением состояния снега, такие методы содержат и ошибки, заложенные в самой аэросиноптической информации .

Рассмотрение макропроцессов, циклонической деятельности, синоптических ситуаций, а также метеорологических условий массового схода особо крупных (малой повторяемости) лавин по различным горным регионам страны позволило обобщить закономерности и выявить сходство условий образования особо крупных лавин в различных климатических и географических районах страны:

- в районах с высокой циклонической деятельностью массовый сход связан с интенсивностью циклонической деятельности, характеризующейся числом дней с глубокими циклонами.

- в районах со средней циклонической активностью массовый сход отмечается как в зимы с увеличением числа дней с циклонической деятельностью, так и в зимы с числом глубоких циклонов выше нормы.

При этом в районах с высокой и низкой циклонической деятельностью массовые сходы связаны с обычными синоптическими ситуациями, а в районах со средней циклонической активностью синоптические условия характеризуются аномальностью развития и продолжительности.

Анализ снежности показал, что такие события происходят в зимы с обеспеченностью высоты снежного покрова менее 10%.

Графический метод

Серия наблюдений снежно-метеорологических характеристик дает в пространстве некоторое число точек, соответствующих определенному образу. В случае использования двух признаков пространство образов наглядно изображается на плоскости. При рассмотрении более 2 признаков используются проекции точек на плоскость. Строится кривая, разделяющая случаи с лавинами и без лавин. Графическая регрессия может применяться без задания математического вида зависимости между переменными. Оpoznание образа сводится к установлению положения точки, отвечающей текущей снеголавинной ситуации, на прогностическом графике относительно кривой. При этом допускается вероятностный подход, при котором в пространстве образов задается поле вероятностей - Изолинии вероятностей схода лавин на плоскости: суммарное количество осадков за снегопад – дни с холодной и теплой погодой). Линия, разграничивающая области графика с лавинами и без, интерпретируется как изолиния нулевой вероятности схода лавин. При проведении изолиний для различных частот схода лавин определяется вероятность лавинообразования.

Точки могут группироваться вокруг некоторых центров распределения, по близости расположения к которым, рассматривается местоположение всех других точек в пространстве. Таким образом, можно выделить несколько классов ситуаций. Оpoznание (определение степени сходства) может производиться по расстоянию между точками, углу между векторами, включению образа внутрь области.

Чаще всего при графическом решении используются метеорологические характеристики, т.е. оцениваются текущие погодные условия и определяется момент достижения критических значений - связь лавинообразования со средней интенсивностью осадков при снегопаде (i) и температурой воздуха.

В ряде методик прогноза применяются данные специализированных наблюдений, напрямую описывающие снежный покров и нагрузки на склоне – интенсивность метелевого переноса, плотность свежеснегавшего снега. На графике могут быть отражены условия схода лавин разных генетических типов.

Отмечается, что графический метод может давать лучшие результаты, чем численные расчеты на одной и той же выборке. Проведенная от руки линия более точно разделяет лавиноопасные и нелавиноопасные ситуации, чем линейная функция. Оправданность прогнозов и предупредительность явления с применением графического метода по данным производственных испытаний могут превышать 90%.

Графические эмпирические зависимости получены и для случаев длительного развития процессов лавинообразования. Регулярные наблюдения в шурфах позволяют Семейство прямых построено по результатам изучения стратиграфии и структуры снежной толщи с послойным определением среднего диаметра кристаллов и плотности снега, косвенно характеризующих механическую прочность. Оно разбито на пять структурно-плотностных зон, характеризующихся интервалом критических значений толщины снежных досок, формирующих разные по размерам лавины. Такой подход

применяется при предупредительных спусках снежных лавин для расчета времени проведения наиболее эффективного воздействия на снежный покров [43].

Регрессионный анализ

При прогнозе времени схода лавин с использованием уравнений регрессии предполагается, что текущие условия или направление их изменения будут сохраняться на протяжении некоторого времени. Периодические уточнения позволяют вносить коррективы в прогноз. Эмпирические формулы для разных генетических типов лавин получены для Главного Кавказского хребта .

Метод множественной линейной регрессии применяется также для расчета возможного количества лавин в районе при прогнозе «лавиноопасно», для определения количества лавин, перекрывающих автодорогу (т.е. оценка дальности выброса) и для оценки максимального объема лавин .

Проверка методов прогноза времени лавин на независимом материале показала возможность использования их в оперативной практике. Средняя оправдываемость прогнозов составляет 80-87%.

Дискриминантный анализ

Фоновый прогноз лавин может рассматриваться как задача классификации при многомерных наблюдениях . При разделении ситуаций на лавиноопасные и нелавиноопасные применяется метод распознавания, основанный на алгоритме линейной дискриминантной функции. В ходе прогноза определяется принадлежность настоящего образа к одной из двух групп. Решающим правилом прогноза является сравнение дискриминантной функции D с пороговым значением R : при $D \geq R$ сход лавин ожидается, при $D < R$ сход лавин не ожидается.

Метод удобен для создания альтернативного прогноза лавинной опасности. Поэтому использование линейных дискриминантных функций для прогноза лавинной опасности получило широкое распространение в оперативной практике в СССР.

Наиболее часто линейный дискриминантный анализ применяется для разделения ситуаций на лавиноопасные и нелавиноопасные во время снегопадов и метелей. В качестве предикторов используются текущие значения снежно-метеорологических характеристик.

Дискриминантный анализ может использоваться для исследования синоптических процессов и определения их влияния на лавинную опасность обширных горных территорий. На статистическом материале устанавливаются типы синоптических процессов, обуславливающие сход лавин на определенной территории (описано в разделе «синоптический метод»). При ожидании (прогнозе) развития опасного процесса, с использованием линейной дискриминантной функции производится опознавание ситуации как лавиноопасной или нелавиноопасной. В качестве предикторов для прогноза используются термо-гигрометрические характеристики воздушных масс. Прогноз

лавинной опасности дается по полученным для каждого типа синоптических ситуаций уравнениям.

В последнее время появились разработки для прогноза лавинной опасности с использованием дискриминантного анализа для фонового крупномасштабного прогноза схода лавин.

Заблаговременность прогнозов на базе методик, использующих дискриминантный анализ, в большинстве случаев нулевая. Использование в расчетах прогнозируемых значений метеорологических элементов повышает заблаговременность прогноза при снижении его оправдываемости – помимо ошибки методики добавляется ошибка метеорологического прогноза. Анализ опубликованных материалов показал, что максимальная заблаговременность прогнозов, с оценивающих действие снежно-метеорологических факторов, достигает 6 часов. Методы прогноза, использующие синоптическую информацию имеют большую заблаговременность – до 12-20 часов.

Оправдываемость прогнозов лавинной опасности на основе дискриминантного анализа составляет 65-85%. Степень предупрежденности явления 80-100%. Отмечается невозможность существенного повышения их оправдываемости.

Метод дискриминантного анализа не используется для прогноза лавин длительного развития, обрушение которых не связано с текущей метеорологической и синоптической обстановкой. Получению надежных статистических оценок влияния факторов препятствует, как правило, ограниченное число данных о сходах таких лавин.

Экспертные системы

При наличии разнообразных методов окончательное определение формулировки прогноза лавинной опасности остается за специалистом. Образование, опыт, интуиция, способность оценить неучтенные прогностическими технологиями факторы, выявить ведущий из них на текущий момент позволяют эксперту принимать быстрые и правильные решения. На моделировании процесса принятия экспертом решения основаны получившие в последнее десятилетие распространение в практике прогноза лавинной опасности автоматизированные экспертные системы.

Работа экспертных систем осуществляется в соответствии с правилами, сформулированными специалистами, при этом используется балльная система оценки влияния факторов. Экспертные системы применяются часто в комбинации с другими методами (используются статистические и детерминированные модели). Параллельное и последовательное использование различных методов позволяет получать оптимальные результаты прогноза лавинной опасности.

Однако эксперт не всегда способен объяснить свои действия четкими правилами. В таком случае предлагается использование искусственных нейронных сетей, имитирующих работу человеческого мозга (ассоциативной памяти человека). К примеру, используется самоорганизующаяся карта признаков Кохонена (SOM, СОК) с алгоритмом обучения "без учителя", в которой нейроны конкурируют друг с другом за право наилучшим образом сочетаться с входным вектором сигналов и побеждает нейрон, чей вектор весов ближе всего к входному вектору сигналов. Веса победившего нейрона и его соседей подстраиваются с учетом входного вектора, т.е. присвоение баллов факторам

лавиннообразования осуществляется компьютером и их величина подвергается коррекции по мере поступления новой информации.

Нейросетевой подход особенно эффективен в задачах экспертной оценки по той причине, что он сочетает в себе способность компьютера к обработке чисел и способность мозга к обобщению и распознаванию.

Функциональная схема экспертной системы состоит из следующих блоков:

1. база знаний, включающая данные и сформулированные правила;
2. блок подстановки фактических данных в правила и получения машинного вывода с требуемым результатом;
3. блок толкования результатов;
4. администратор диалога, транслирующий или представляющий результаты;
5. блок сбора данных, интегрирующий в систему успешные результаты для улучшения ее дальнейшей работы.

В настоящее время созданы и применяются на практике или проходят производственные испытания в различных горных регионах и совершенствуются несколько экспертных систем.

.Оправдываемость методики на независимом материале составляла при снегопадах разной интенсивности от 55 до 93%.

Механизм составления и работы современной экспертной системы прогноза наглядно иллюстрируется на примере созданных в Швейцарском институте снеголавинных исследований моделей DAVOS и MODUL.

Обе модели используют типовое программное обеспечение для индуктивного автоматического принятия решений COGENSYS™.

На начальном этапе эксперт «обучает» программу вводя примеры и толкуя ситуации ими обусловленные. Программа вычисляет на основе наблюдения за решением наставника логическое значение каждого входного параметра. Логическое значение в данном случае – мера влияния параметра на качество работы модели, рассчитываемая с учетом того, сколько ситуаций оказались бы неразличимы если бы параметр был исключен из рассмотрения. В зависимости от степени влияния параметрам присваивается значение от 1 до 100. Это значение непрерывно модифицируется в процессе поступления новой информации. При столкновении с новой (неописанной) ситуацией программа ищет в базе данных похожие ситуации.

Каждому набору данных, соответствующих текущей снежно-метеорологической обстановке, определяется обуславливаемая им степень лавинной опасности. На выходе программа выдает суждение о степени лавинной опасности в соответствии с Европейской шкалой лавинной опасности.

Дополнительно определяется уровень значимости прогноза – индикатор уверенности программы в правильности результата.

Разница между моделями заключается в том, что DAVOS использует только измеренные значения (до 13 параметров), а MODUL оценивает 30 параметров, последовательно (пошагово) рассчитываемых программой в 11 подзадачах. В их число входит интерпретация Rutschblock-теста.

Оправдываемость прогнозов и предупрежденность явлений для последних модификаций модели DAVOS превысили 60%. Оправдываемость модели MODUL достигла 75%.

База данных экспертной прогнозной системы NivoLog [62] содержит численную информацию относительно погоды, снежного покрова, топографии склонов, географических особенностей и наблюдаемых лавин. Эта информация структурирована согласно реляционной модели данных. В дополнение к численной информации, NivoLog может обрабатывать изображения типа карт, фотографий или ортофото. Сочетание экспертной системы и метода ближайшего соседа позволяет производить оценку показателя устойчивости снежного покрова и определять соответствующую ему степень лавинной опасности.

Большую известность получил разработанный французскими специалистами пакет моделей SAFRAN-CROCUS-MEPRA. В пакет вводятся только данные ежедневных метеорологических наблюдений. При этом основным предположением является пространственная однородность массива данных, что определяет рабочий масштаб действия пакета [68].

Выводом 1-го блока SAFRAN, работающего по методу ближайшего соседа (в качестве факторов используются термо-гигрометрические характеристики воздушных масс) является модель полей важнейших метеорологических характеристик (их приземных значений), облачности, солнечной радиации и осредненной толщины снежного покрова на различных высотах и склонах разной экспозиции при часовом временном шаге. Модель работает в режиме анализа или в режиме прогноза (диапазон 1 и 2 дня).

Выводы SAFRAN затем используются детерминистской моделью эволюции CROCUS для расчета строения снежной толщи. На третьем шаге, экспертная система MEPRA диагностирует устойчивость снежной толщи на различных высотных уровнях и склонах разной экспозиции, учитывая ее внутреннее состояние, смоделированное в блоке CROCUS. Окончательным выводом модели является прогноз степени лавинной опасности для отдельных (площадью до 400 км²) горных массивов с заблаговременностью до 2 суток.

Долгосрочный прогноз лавинной опасности

Возможность разработки долгосрочного прогноза появилась с созданием численных моделей изменения климата. Задача решается переходом от прогнозируемых моделью характеристик климата к лавиноиндикационным. Основанием служат установленные аналитически связи между климатическими характеристиками (температурой воздуха, осадками), рассчитанными моделью и лавиноиндикационными показателями (толщиной снежного покрова, продолжительностью его залегания, количеством твердых осадков, числом дней с интенсивными снегопадами и с оттепелью). Далее с использованием определенных зависимостей выявляется изменение границ лавиноопасных территорий, рассчитываются продолжительность лавиноопасного периода и число лавиноопасных ситуаций – выдается заключение о лавинной активности территории в будущем.

Такой подход использован в работе, при выполнении которой применялась глобальная циркуляционная модель изменения климата GFDL.

Еще один способ, используемый для долгосрочного прогноза лавинной активности, заключается в нахождении в пространстве или во времени ситуации-аналога прогнозируемому изменению климата. В таком случае в качестве лавино - индикационных характеристик берутся данные ситуации-аналога и с применением установленных связей рассчитываются параметры лавинной активности исследуемой территории на прогнозируемый отрезок времени.

Отчет по лабораторной работе:

- Распространение, формирование и основные характеристики снежных лавин:

- снежные лавины в Казахстане

- Прогнозирование лавин:

- признаки лавинной опасности

- Расчет основных параметров лавин:

- определение объема лавин
- определение скорости лавин

- Основные противолавинные мероприятия

Лабораторная работа № 6. Система мониторинга радиоактивного загрязнения в КР. Методика расчета поражающих факторов радиоактивного загрязнения и химического заражения.

Время – 2 часа

Цель: Оценка радиационной обстановки на участках хвостохранилищ радиоактивных отходов.

Задача: Произвести оценку возможной радиационной обстановки при разрушении хвостохранилища.

В Кыргызстане, как и во многих горных странах, развита горнодобывающая промышленность, в том числе уранодобывающая, представленная рядом предприятий. Технологической особенностью этого типа предприятий были горные отвалы и хвостохранилища, содержащие в различных концентрациях добываемые химические вещества и соединения, зачастую представляющие угрозу для здоровья людей и окружающей среды. Риски этих угроз многократно возрастали, когда горные отвалы и хвостохранилища обслуживались не совсем должным образом и когда их безопасности

угрожали землетрясения, оползни, сели и наводнения. Учитывая горный характер территории, как зоны геохимического рассеивания, проблема приобретает региональные масштабы и затрагивает интересы межгосударственных отношений.

Промышленная добыча урановых руд и минералов на территории Кыргызстана была начата в 1907 г. на ураново-ванадиевом руднике Тео-Моюн с целью извлечения радия. В середине 1940-х гг. в связи с проведением работ по практическому использованию атомной энергии, в первую очередь в военных целях, начинается бурное развитие уранодобывающей и перерабатывающей промышленности на территории страны. К числу основных объектов добычи и переработки, радиоактивных руд в Кыргызстане относятся предприятия бывшего Ленинабадского горно-химического комбината (ГП «Востокредмет») в Майлуу-Суу, Шекафтаре, Кызыл-Джаре; предприятия Кара-Балтинского горнорудного комбината (КГРК) в г. Кара-Балта, поселках Мин-Куш, Каджи-Сай, а также предприятия Кыргызского горно-металлургического и химико-металлургического комбинатов в поселках Ак-Тюз, Орловка.

В результате многолетней деятельности урановых рудников и перерабатывающих предприятий в Кыргызстане было накоплено свыше 132 млн м³ отходов, которые складировались в 37 горных отвалах (83,6 млн м³) и 35 хвостохранилищах. По данным Государственного кадастра отходов Кыргызской Республики (2004 г.), в хвостохранилищах содержится 48,3 млн м³ радиоактивных отходов. Совмещенная добыча и переработка урановых руд в компактных горнопромышленных районах Кыргызстана, а также накопление большого количества радиоактивных отходов в этих же районах породили ряд экологических проблем.

Бурное развитие науки, техники, промышленности, энергетики, медицины и др., что несет с собой блага для людей, имеет и оборотную сторону: ухудшение экологии, истощение естественных источников энергии, превращение среды обитания в неудобную и некомфортную для жизни сферу.

В полной мере это относится к деятельности уранодобывающих предприятий, отличительной особенностью которых является практически неизбежное загрязнение окружающей среды твердыми, жидкими и газообразными радиоактивными отходами в процессе добычи и переработки урановых руд. По своим объемам данные отходы являются наиболее значительными и, несмотря на свою сравнительно низкую активность, вносят основной вклад в формирование радиационно-опасных факторов для населения и объектов окружающей среды.

Деятельность в Кыргызстане горнорудных комбинатов по добыче урана для нужд бывшего Советского Союза имеет непредсказуемые экологические последствия. Около 70 млн м³ радиоактивных отходов, законсервированных в урановых хвостохранилищах, способны в условиях природных катаклизмов погубить все живое.

Согласно Государственному Кадастру отходов горнорудной промышленности Кыргызской Республики, на территории страны расположено 92 хвостохранилища и

горных отвалов, из них в ведении МЧС КР находятся 33 хвостохранилища и 25 горных отвалов, остальные объекты состоят на балансе хозяйствующих субъектов.

Отходы уранодобывающих предприятий (так называемые «хвосты») направляются, как правило, в специально создаваемые «хвостохранилища», которые представляют собой, по существу, гидротехническое сооружение с ограждающими плотинами, дамбами, с открытой поверхностью хранимых отходов («хвостов»).

Объекты уранового производства (хвостохранилища) являются источником радиационной опасности. Обеспечение безопасности таких объектов требует понимания природы источников и путей облучения от хвостохранилищ окружающей среды и населения как в существующих условиях, так и в условиях возможных потенциальных проявлений природных факторов; условий проживания и деятельности людей.

В Кыргызстане, на его сравнительно небольшой территории - 199,9 тыс. км², с населением 6 млн человек, находится 49 урановых хвостохранилищ и 80 отвалов горных пород, где захоронено 70 млн м³ отходов уранового производства. Наиболее значимыми из них являются комплексы в поселках Майлуу-Суу, Мин-Куш, Каджи-Сай, Шекафтар, Сумсар, а также несколько объектов пере-работки редкоземельных элементов в пос. Ак-Тюз и Орловка, в составе отходов которых также имеются значительные количества загрязняющих радиоактивных веществ с повышенным содержанием природных радионуклидов, в частности урана и тория.

Вредные воздействия урановых хвостохранилищ и отходов в виде облучение населения проявляются:

- за счет прямого гамма-облучения;
- повышенных концентраций газа радона;
- питья загрязненных вод, которые поступают в реки и водотоки с дренажными водами из обводненных шахт и хвостохранилищ, а также потребления продуктов питания, которые выращиваются на загрязненных территориях, в том числе с использованием загрязненных вод для орошения.

Высокая сейсмическая активность территории Кыргызстана, оползневая и селевая опасность районов расположения хвостохранилищ и отвалов горного производства представляют значительную угрозу не только для Кыргызстана, но и для всего Центрально-азиатского региона. Поскольку Кыргызстан является местом формирования водных ресурсов для всего региона, а уран, образуя хорошо растворимые карбонатные и другие соединения, может мигрировать с водой на значительные расстояния и оказывать негативное влияние на окружающую среду, население данного региона. При аварийных ситуациях создается опасность трансграничного переноса водой рек, протекающих в районах хвостохранилищ, огромного количества радиоактивных отходов уранового производства на территории соседних государств.

Хвостохранилища представляют собой концентрированные техногенные массивы отходов переработки и обогащения, которые в зависимости от вида перерабатываемых руд и концентратов содержат в высоких концентрациях кроме урана такие радиоактивные элементы, как радий-226, торий-230, радон-222, а также вредные для населения соли тяжелых металлов и токсичные вещества, используемые в качестве реагентов при извлечении ценных компонентов минерального сырья, к которым относятся цианиды, кислоты, сульфаты, нитраты и др. Ключевыми экологическими проблемами, представляющими угрозу для окружающей среды и безопасности населения в Кыргызстане и соседних государствах ЦА, связанными с наследием уранового производства, являются:

- загрязнение окружающей среды в районах складирования радиоактивных отходов радионуклидами и другими токсичными элементами;
- нарастающий в связи с изменением климата риск разрушения хранилищ РАО из-за угрозы стихийных бедствий и при-родно-техногенных катастроф, характерных для горных, сейсмоактивных регионов.

Наиболее опасных хвостохранилищ и отвалов. Районы, прилегающие к г. Майлуу-Суу, где сосредоточено 23 хвостохранилища общим объемом 1374 тыс. м³ 18 отвалов некондиционных руд объемом 845,6 тыс. м³.

Подобная же ситуация складывается на отвалах в поселке Шекафтар, где, начиная с 1946 года, функционировал урановый рудник. На территории поселка имеется 8 отвалов радиоактивных пород и некондиционных руд относительно мелких фракций общим объемом 700 тысяч кубометров. Так же, как и в г. Майлуу-Суу, отвалы не рекультивированы и не ограждены, несмотря на то, что они размещены в жилой зоне.

В поселке Сумсар, расположенном в 6 км выше поселка Шекафтар, в период с 1950 по 1978 годы осуществлялась добыча и переработка полиметаллических руд. Отходы переработки общим объемом 3,65 млн. кубометров были заскладированы в трех хвостохранилищах, заложенных в саях долины р. Сумсар.

Пример размещения хвостохранилищ Сумсара и Шекафтара показателен в том, что в случае аварии произойдет загрязнение территории как радиоактивными так и тяжелыми металлами, что многократно усложнит экологическую ситуацию этого района.

В районе производственной деятельности Ак-Тюзского рудоуправления законсервировано четыре хвостохранилища (№№ 1,2,3,4).

Радиоэкологические исследования, проведенные в промышленных районах Чуйской области в 1992-1994 годах, выявили неблагоприятную радиационную обстановку в районе размещения Кара-Балтинского горно-рудного комбината города Кара-Балта.

В настоящее время это единственный в Республике ураноперерабатывающий комбинат, который работает на привозном сырье и складировует урановые отходы.

После окончания в 1969 году производственной деятельности Киргизского горнорудного комбината в районе п.г.т. Мин-Куш (Нарынская область) размещено 4 хвостохранилища («Туюк-Суу», «Талды-Булак», «Д» и «К») и А отвала некондиционных руд.

Хвостохранилища и отвалы должным образом законсервированы и имеют необходимые защитные сооружения, покрыты грунтом. Однако, существует угроза возможного разрушения хвостохранилища «Туюк-Суу» при сходе паводка с выносом радиоактивного материала и загрязнением территории поселка.

Хвостохранилище промтоходов цеха № 5 уранового производства бывшего предприятия № 8 Министерства среднего машиностроения СССР находится в 2.5 км на восток от п.г.т. Каджи-Сай (Иссык-Кульская область) в долине Сухого сая. Общее количество заскладированных отходов около 400 тыс. куб. м.

Кроме хвостохранилищ, на территории Кыргызстана находятся более 120 горных отвалов, образованных при проходке горных выработок во время геологической разведки урановых объектов. Влияние этих объектов на окружающую среду не изучено.

ЛИТЕРАТУРА:

1. Мониторинг, прогнозирование и подготовка к реагированию на возможные активации опасных процессов и явлений на территории КР приграничных районах с государственными Центральной Азии, Азиатский центр снижения риска стихийных бедствий, Бишкек-2018 г.
2. Инструкция по подготовке реагирование населения и местных сообществ, студентов к стихийным бедствиям.
3. Закон КР «О биосферных территориях в КР», от 9.06.1999г.№48;
4. Закон КР «О Радиационной безопасности в КР», от 9.06.1999г.№58;
5. Королёв В.А. Мониторинг геологических, литотехнических и эколого-геологических систем / Уч. пособие под ред. В.Т. Трофимова. – М.: изд-во «Книжный дом университет», 2007. – 416 с.
6. Косинова И.И., Ильяш В.В., Косинов А.Е. Эколого-геологический мониторинг техногенно-нагруженных территорий. – Воронеж: изд-во ВГУ, 2006. – 103 с.
7. Правила прогнозирования активации оползневой и зон поражения при землетрясениях в КР, К.А. Кожобаев, В.Е. Матыченков, Ш.Э. Усубаев, Бишкек, 1997 г.
8. ГОСТ Р 22.1.06-99. Мониторинг и прогнозирование опасных геологических явлений и процессов. – Москва, 1999.
9. *Баринов А. В.* Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них: учебное пособие для вузов / А. В. Баринов – М. : ВЛАДОС-ПРЕСС, 2003. – 496 с.
10. *Громов В.И., Васильев Г.А.* Энциклопедия безопасности. – М.: Недра, 1998.– 413 с.
11. *Гухман Г.* Как оценить опасность вероятных чрезвычайных ситуаций для населения и территорий России? // Энергия, 2003. – № 3.– С. 33–35.
12. *Крючек Н.А.* Безопасность и защита населения в чрезвычайных ситуациях: учебно-метод. пособие для занятий с населением / Н. А. Крючек, В. Н. Латчук – Министерство РФ по делам гражданской обороны, чрезвычайным ситуациям и ликвидации последствий стихийных бедствий // под ред. Г. Н. Кириллова – М.: НЦ ЭНАС, 2005. – 152 с.
13. *Осинов В.И.* Мегалополисы под угрозой природных катастроф // Вестник РАН. – 1996. – № 9. – 28–45.

14. *Осипов В.И.* Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. – Т. 71. – № 4. – С. 291–302.
15. *Осипов В.И.* Природные катастрофы на рубеже XXI века // Вестник РАН. – Т. 71 – № 4. – С. 291–302.
16. Оценка и управление природными рисками // Материалы общероссийской конференции «Риск-2000». – М.: Анкал, 2001. – 312 с.
17. Природные опасности России. Сейсмические опасности / Под ред. *В.И. Осипова, С.К. Шойгу.* – М.: Недра, 2001. – 287 с.
18. Сергеев В С. Защита населения и территорий в чрезвычайных ситуациях: учебное пособие для студентов вузов / В. С. Сергеев; Московский открытый социальный университет; науч. ред. А. И. Меняйлов. – 5-е изд., перераб. и доп. – М. : Академический проект : Константа, 2007. – 464 с.