

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению практических работ
по дисциплине «ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ»
для студентов направления подготовки
05.04.06 Экология и природопользование
Направленность (профиль)
"Экологический мониторинг и экологическая безопасность"

Ставрополь, 2026

Практическое занятие

Источники природных ЧС

1. Теоретическая часть

В соответствии с ГОСТ Р 22.0.033 – 95 *источником природной чрезвычайной ситуации является* опасное природное явление или процесс, в результате которого на определенной территории или акватории произошла или может возникнуть чрезвычайная ситуация. *Поражающим фактором источника природной чрезвычайной ситуации считают* составляющую опасного природного явления или процесса, вызванную источником природной чрезвычайной ситуации и характеризующую физическими, химическими, биологическими действиями или проявлениями, которые определяются или выражаются соответствующими параметрами.

Поражающее воздействие источника природной чрезвычайной ситуации представляет собой негативное влияние одного или совокупности поражающих факторов источника природной чрезвычайной ситуации на жизнь и здоровье людей, сельскохозяйственных животных и растения, объекты экономики и окружающую природную среду. Перечень источников и поражающих факторов природных ЧС приведен в ГОСТ Р 22.0.06 – 95

2. Задания

Задание 1. Используя ГОСТ Р 22.0.06 – 95 «Источники природных чрезвычайных ситуаций. Поражающие факторы» заполните таблицу 1.1

Таблица 1.1 – Особенности поражающих факторов природных ЧС

№	Поражающий фактор	Проявление действия поражающего фактора	Пример ЧС, для которого характерен данный поражающий фактор
1			

2			
n...			

Задание 2. Заполните таблицу 1.2 «Наименование основных параметров (показателей) поражающего воздействия источников природных ЧС»

Таблица 1.2 – Параметры воздействия источников природных ЧС

Наименование основных параметров (показателей), единица измерения			
Объект воздействи я	Сельскохозяйственные животные и растения	Окружающая природная среда	Объекты экономики
№			
1			
2			
3			
n...			

3. Вопросы к практическому занятию

1. Раскройте суть понятий: природная ЧС, источники природных ЧС, поражающие факторы природных ЧС
2. В чем проявляется действие поражающего фактора природной ЧС?
3. По каким параметрам оцениваются последствия стихийных бедствий для населения?

Практическое занятие

Оценка последствий метеорологических ЧС

1. Теоретическая часть

Опасное атмосферное явление - природные процессы и явления. Возникающие в атмосфере под действием различных природных факторов или их сочетаний. Оказывающие или могущие оказать поражающее воздействие на людей, сельскохозяйственных животных и растений, объекты экономики и окружающую среду.

Под **ураганом** понимается гигантский атмосферный вихрь с убывающим к центру давлением воздуха с очень высокой (более 32 м/с) скоростью воздушного потока. Воздействие ураганов на здания, сооружения и людей вызывается скоростным напором воздушного потока и продолжительностью его действия. В качестве обобщенной характеристики воздействия урагана в данной методике принята, скорость ветра, или его сила (в баллах), определяемая по шкале Бофорта.

Ураганы возникают в любое время года, но более часто с июля по октябрь. Частоты возникновения на территории Юга России бурь и ураганов с различной скоростью ветра приведены в таблице 2.1. В остальные 8 месяцев они редки, пути их коротки. Размеры ураганов весьма различны. Обычно за его ширину принимают ширину зоны катастрофических разрушений. Часто к этой зоне прибавляют территорию ветров штормовой силы со сравнительно небольшими разрушениями. Тогда ширина урагана измеряется сотнями километров, достигая иногда 1000.

Степень разрушения зданий и сооружений определяется превышением фактической скорости ветра над расчетной в месте их расположения. Под

расчетной скоростью ветра понимается максимальная скорость ветра, при котором здания и сооружения не получают разрушений.

Таблица 2.1 – Частоты возникновения на территории Юга России бурь и ураганов с различной скоростью ветра

Город	Максимальная скорость ветра (м/с) при частоте 1/год		
	5 лет	20 лет	50 лет
Армавир	31	37	42
Ейск	30	36	41
Махачкала	38	45	52
Новороссийск	42	50	57
Пятигорск	26	31	38
Ростов-на Дону	27	32	37
Сочи	28	33	38
Ставрополь	43	52	59
Черкесск	42	50	57

Методика оценки последствий ураганов предназначена для решения следующих задач:

- 1) оценка и прогнозирование разрушений зданий и сооружений на территории населенного пункта;
- 2) определение характеристик степеней разрушения;
- 3) оперативное определение максимальной скорости ветра в зависимости от частоты повторяемости для конкретных городов;
- 4) оценка и прогнозирование потерь населения в разрушенных зданиях.

Для оценки последствий ураганов и бурь для зданий и находящихся в них людей необходимы следующие *исходные данные*:

- план населенного пункта (города) и характеристики его застройки;
- возможное количество людей, находящихся в конкретных зданиях;
- скорость ветра.

Характеристика застройки содержит данные по назначению, этажности зданий и сооружений, а также материалу стен, перекрытий и покрытий. При выборе типа наземного здания используется следующая классификация по этажности:

- малоэтажные (до 4-х этажей);
- многоэтажные (от 5 до 8 этажей);
- повышенной этажности (от 9 до 25 этажей);
- высотные (более 25 этажей).

Алгоритм оценки последствий ураганов.

1. По таблице 2.2 и 2.3 определяем степень разрушения здания в зависимости от скорости ветра.

2. По таблице 2.4 определяем структуру потерь и производим пересчет в зависимости от численности населения.

Таблица 2.4 – Структура потерь населения в разрушенных зданиях при ураганах, %

Структура потерь	Степени разрушений зданий			
	слабая	средняя	сильная	полная
Общие	5	30	60	100
Безвозвратные	0	8	15	60
Санитарные	5	22	45	40

3. В аналогичной последовательности оценка последствий выполняется для каждого здания, а затем полученные данные суммируются и дают результат в целом по городу.

2. Задания

Задание 1. Ознакомиться с методикой оценки последствий ураганов и определить степень разрушения в микрорайоне города, если известно, что в зону воздействия урагана попали объекты, указанные в таблице 7.5

Таблица 2.2 – Справочные данные по степеням разрушений зданий и сооружений при ураганах

№	Типы конструктивных решений зданий, сооружений, оборудования	Скорость ветра, м/с			
		Степень разрушения			
		слабая	средняя	сильная	полная
1	Промышленные здания с легким металлическим каркасом и здания бескаркасной конструкции	25-30	30-50	50-70	Более 70
2	Кирпичные малоэтажные здания	20-25	25-40	40-60	Более 60
3	Кирпичные многоэтажные здания	20-25	25-35	35-50	Более 50
4	Административные многоэтажные здания с металлическим и ж/б каркасом	20-35	35-50	50-60	Более 60
5	Крупнопанельные жилые здания	20-30	30-40	40-50	Более 50
6	Складские кирпичные здания	25-30	30-45	45-55	Более 55
7	Легкие склады-навесы из ж/б элементов	25-35	35-55	55-70	Более 70
8	Трансформаторные подстанции закрытого типа	35-45	45-70	70-100	Более 100
9	Водонапорные башни:				
а	- кирпичные	30-35	35-55	55-85	Более 85
б	- стальные	30-35	35-55	55-85	Более 85
10	Резервуары:				
а	- наземные металлические	30-40	40-55	55-70	Более 70
б	- частично заглубленные	35-45	45-65	65-85	Более 85
в	- газгольдеры	30-35	35-45	45-55	Более 55
11	Насосные станции:				
а	- наземные кирпичные	25-30	30-40	40-50	Более 50
б	- наземные ж/б	25-35	35-45	45-55	Более 55
в	- полузаглубленные ж/б	35-40	40-50	50-65	Более 65
12	Ректификационные колонны	25-30	35-45	45-55	Более 55
13	Открытое распределительное устройство	20-25	25-35	35-55	Более 55
14	Крановое оборудование	35-40	40-55	55 -65	Более 65
15	Подъемно-транспортное оборудование	35-40	40-50	50-60	Более 60
16	Кантрольно-измерительные приборы	20-25	25-35	35-45	Более 45
17	Трубопроводы:				
а	- наземные	35-45	45-60	60-80	Более 80
б	- на металлических или ж/б эстакадах	35-40	40-55	55-65	Более 65
18	Кабельные наземные линии	25-30	30-40	40-50	Более 50
19	Воздушные линии низкого напряжения	25-30	30-45	45-60	Более 60
20	Кабельные наземные линии связи	20-25	25-35	35-50	Более 50

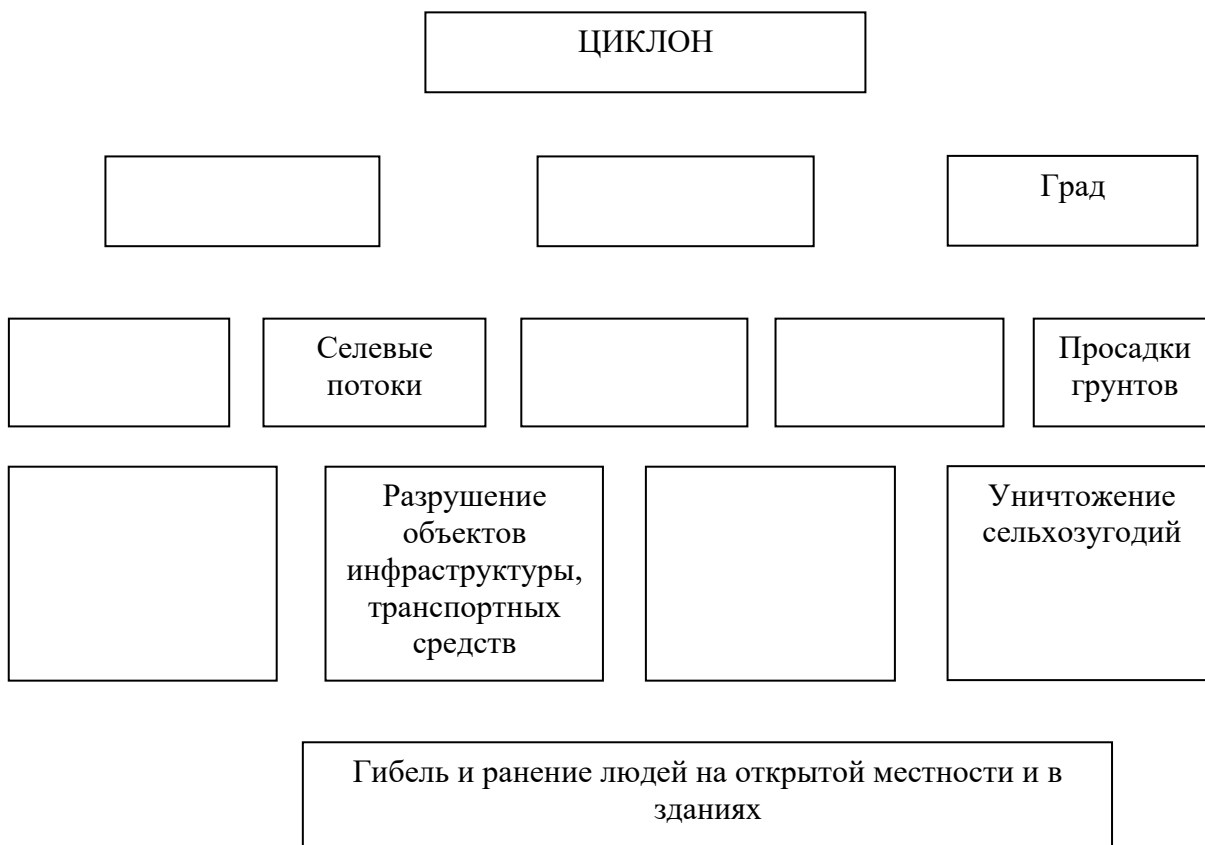
Таблица 2.3 – Характеристика степеней разрушения зданий и сооружений

Здания, сооружения и оборудование	Степень разрушения		
	Слабая	Средняя	Сильная
Производственные и административные здания	Разрушение наименее прочных конструкций зданий и сооружений: заполнений дверных и оконных проемов; небольшие трещины в стенах, откалывание штукатурки, падение кровельных черепиц, трещины и дымовых труб или падение их отдельных частей	Разрушение перегородок, кровили, части оборудования; большие и глубокие трещины в стенах, падение дымовых труб разрушение оконных и дверных заполнений, появление трещин в стенах	Значительные деформации несущих конструкций; сквозные трещины и проломы в стенах, обрушения частей стен и перекрытий верхних этажей, деформация перекрытий нижних этажей
Технологическое оборудование	Повреждение и деформация отдельных деталей, электропроводки, приборов автоматики	Повреждение шестерен и повреждение передаточных механизмов, обрыв маховиков и рычагов разрыв приводных ремней	Смещение с фундаментов и деформация станин, трещины в деталях, изгиб валов и осей
Подъемно-транспортные механизмы, крановое оборудование	Частичное разрушение и деформация обшивки повреждение стекол и приборов	Повреждение наружного оборудования, разрыв трубопроводов систем питания, смазки и охлаждения	Опрокидывание, срыв отдельных частей, общая деформация рамы
Газгольдеры резервуары для нефтепродуктов и сжиженных газов	Небольшие вмятины, деформация трубопроводов повреждение запорной арматуры	Смещение на опорах, деформация оболочек, подводящих трубопроводов, повреждение запорной арматуры	Срыв с опор, опрокидывание, разрушение оболочек, обрыв трубопроводов и запорной арматуры
Трубопроводы	Повреждения стыковых соединений, частичное повреждение КИП	Разрывы стыковых соединений, повреждение КИП и запорной арматуры, переломы труб на вводах в отдельных местах	Переломы труб на вводах. Разрыв и деформация труб. Сильные повреждения арматуры

Таблица 2.5 – Варианты индивидуальных заданий

Показатель		Вариант									
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Типы объектов (порядковый номер в табл.7.2), их количество (числитель) и количество людей, на одном объекте (знаменатель)	1	$\frac{1}{20}$	$\frac{2 \times 3}{26}$	$\frac{3 \times 4}{50}$	$\frac{2 \times 5}{150}$	$\frac{3 \times 4}{75}$	$\frac{2 \times 4}{250}$	$\frac{3 \times 4}{50}$	$\frac{1}{25}$	$\frac{4 \times 4}{170}$	$\frac{2 \times 2}{250}$
	2	$\frac{3 \times 4}{50}$	$\frac{2 \times 5}{150}$	$\frac{1}{30}$	$\frac{4 \times 5}{170}$	$\frac{1}{20}$	$\frac{3 \times 4}{40}$	$\frac{2 \times 3}{46}$	$\frac{4 \times 5}{150}$	$\frac{3 \times 4}{220}$	$\frac{1}{25}$
	3	7	8	6	7	8	6	7	8	6	7
	4	11б	9а	10б	12	17а	10в	11а	17б	10а	9б
	5	18	19	20	18	19	20	18	19	20	18
Скорость ветра, м/с		37	35	32	35	37	40	42	45	29	34

Задание 2. Заполните схему типового регионального сценария развития ЧС, вызванных циклоном. В схеме необходимо указать первичные и вторичные поражающие факторы, соединив их стрелками.



3. Вопросы к практическому занятию

1. Какие виды ЧС входят в группу «Атмосферные опасные процессы»?
2. Что такое ветер и каковы причины его возникновения?
3. Что такое ураган? Каковы поражающие факторы урагана?
4. Назовите типы ураганов и их характерные особенности.
5. Какие прикладные задачи можно решить используя Методику оценки последствий ураганов?
6. Каков должен быть алгоритм действий населения, оказавшегося в зоне действия ураганного ветра?
7. Каковы могут быть последствия ураганов?

Практическое занятие

Оценка последствий гидрологических ЧС (наводнений в горах)

1. Теоретическая часть

Сток реки является результатом взаимодействия процессов накопления и расходования влаги. В бассейнах горных рек они протекают особым образом, определяемым вертикальной зональностью климатических и других физико-географических условий. Накопление влаги в бассейне происходит главным образом за счет осадков за холодный период, продолжительность которого увеличивается с высотой зоны. Таяние и сход снежного покрова происходит не одновременно по высоте. Это приводит к растягиванию весенне-летнего половодья на весь вегетационный период (апрель – сентябрь).

Факторы стока делятся на постоянные и переменные.

К **постоянным** относятся:

- размеры бассейна,
- расположение хребтов по отношению к влагонесущим потокам,
- диапазон высот,
- распределение площадей по высотным зонам.

Распределение площадей по высотным зонам, выраженное графически, носит название гипсографической кривой. Она является одной из важнейших постоянных характеристик бассейна и привлекается для расчета распределения количества накопленной влаги в виде снежного покрова в каждом году. Распределение запасов влаги по высотным зонам сказывается на форме гидрографа и величине потерь стока.

Для построения гипсографической кривой весь бассейн разбивается на ряд высотных ступеней, для которых определяют частные площади. Интервалы для высотных ступеней принимаются равными 200-500 м, в зависимости от амплитуды высот в бассейне (рис. 3.1).

К *переменным факторам* стока относятся: запасы воды в снеге и его распределение по высоте, осадки, температура воздуха.

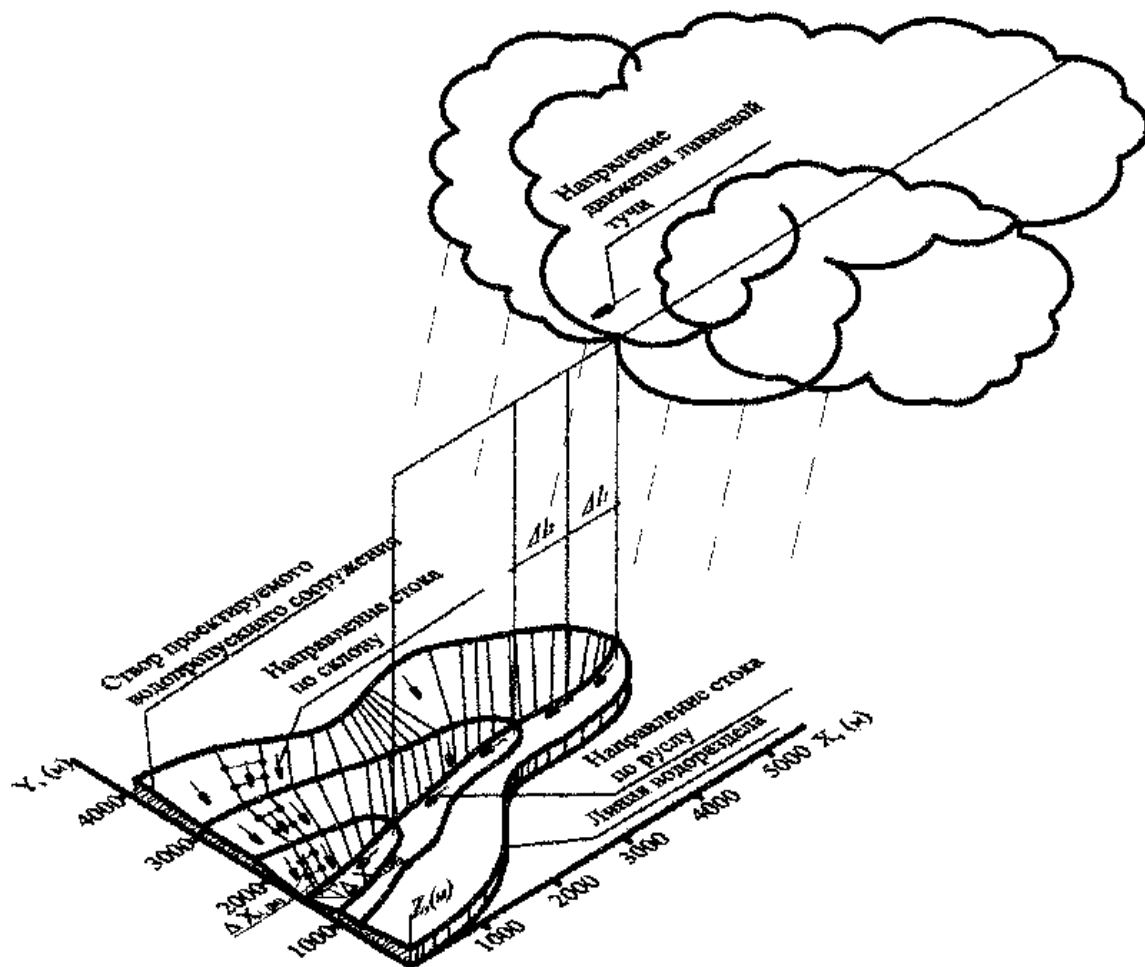


Рисунок 3.1 – Схема поверхности водосбора

Уклон рек — отношение падения реки (разница между высотой истока и устья или разница высот начального и конечного створа) на каком-либо её участке к длине этого участка. Уклон реки выражается в промилле или процентах, а также как величина падения на длину участка (рис. 3.2) .

Расчет величины максимального расхода стока выполняется в соответствии с СП 33-101-2003 по формуле:

$$Q_{\text{ливн}}^{\text{max}} = 16.7 \cdot a_{\text{час}} \cdot K_t \cdot F \cdot \alpha \cdot \phi \quad (3.1)$$

где F - площадь водосборного бассейна, км²;

$a_{\text{час.}}$ - интенсивность ливня часовой продолжительности (мм/мин);

α – коэффициент потерь стока, учитывающий впитывание и смачивание растительности (табл.3.1);

ϕ – коэффициент редукции, учитывающий неравномерность выпадения осадков по площади водосбора, принимается в зависимости от величины площади водосборного бассейна (0.25);

K_t – коэффициент приведения интенсивности ливня часовой продолжительности к интенсивности ливня расчетной продолжительности, определяемый как

Таблица 3.1 – Значения параметра α и коэффициента редукции ϕ

Природная зона	Расположение леса на водосборе	Значения параметра α при $A_{\text{л}}, \%$		
		от 3 до 9	от 10 до 19	от 20 до 30
1. Лесная	А) равномерное	1,0	1,0	1,0
	Б) в верхней части водосбора	0,85	0,80	1,75
	В) в нижней и прирусловой части водосбора.	1,20	1,25	1,30
2. Лесостепная	А) в нижней и прирусловой части водосбора и равномерное	1,0	1,0	1,0
	Б) в верхней части водосбора	1,25	1,30	1,40

$$K_t = \left(\frac{60 \cdot V_{\text{п. волны}}}{L_{\text{лога}}} \right)^{\frac{2}{3}} \quad (3.2)$$

где: $V_{\text{п}}$ – скорость движения паводковой волны, км/ч;

$L_{\text{лога}}$ – длина русла водосбора, км.

Однако результаты современных исследований свидетельствуют о том, что в зависимости от вида грунта величины просачиваемости дождевой воды могут достигать 40%, следовательно, не весь объем выпавших осадков будет формировать поверхностный сток и паводок. Учитывая это в формулу 3.1 вводятся ряд коэффициентов, учитывающих величину просачиваемости грунта и формула для определения объема ливневого стока приобретает вид:

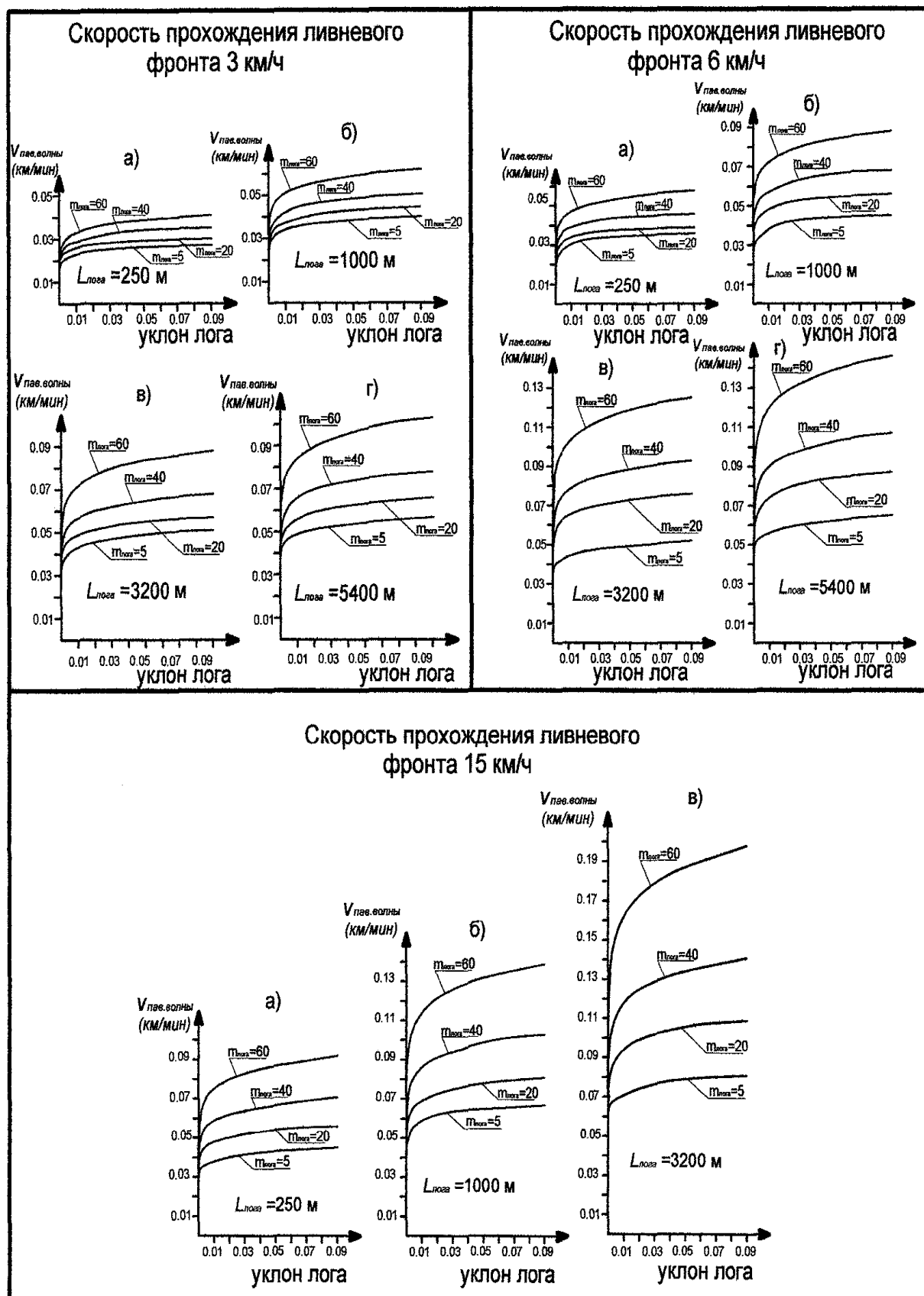


Рисунок 3.2 – Графики скоростей паводковой волны в зависимости от

параметров водосборного бассейна при скорости прохождения ливневого фронта

$$W = 60000 \cdot \frac{a_{\text{час}} \cdot F \cdot \alpha \cdot K_n \cdot \phi}{\sqrt{K_t}} \quad (3.3)$$

, м³

Где K_n – коэффициент потерь стока после прекращения ливня.

Коэффициент K_n следует определять по зависимостям, полученным для разных видов грунтов с учетом времени спада:

$$\text{для глин} \quad K_n = 0.13 \cdot K_{cn}^{0.56} \quad (3.4)$$

$$\text{для суглинков} \quad K_n = 0.18 \cdot K_{cn}^{0.63} \quad (3.5)$$

$$\text{для супеси} \quad K_n = 0.23 \cdot K_{cn}^{0.67} \quad (3.6)$$

$$\text{для песков} \quad K_n = 0.28 \cdot K_{cn}^{0.7} \quad (3.7)$$

Где K_{cn} – коэффициент спада паводка, определяемый по формуле:

$$K_{cn} = \frac{T_{cn}}{T_{\text{п. волны}}} \quad (3.8)$$

Расход воды в бытовом потоке (до паводка) можно определить с помощью выражения:

$$Q_6 = 11.1 \cdot \Delta H^{0.43} \cdot I^{0.36+2I} \quad (3.9)$$

Где I – уклон русла реки.

Время спада паводка определяется по зависимости:

$$T_{cn} = \lambda \left(\frac{B}{L_{\text{лога}}} \right)^{0.2} \cdot T_{\text{п. волны}} \quad (3.10)$$

где B – ширина потока в створе, м;

$L_{\text{лога}}$ – длина лога, м;

$T_{\text{п. волны}}$ – время прихода волны, мин;

λ – коэффициент, характеризующий тип грунта: для глины – 2.71, для суглинков – 2.37, для супеси – 2.01, для песков – 1.78.

2. Задания

Задание 1. По рисунку 3.2 и данным таблицы 3.2 определите скорость движения паводковой волны, для этого необходимо:

- 1) Определить разность высот между начальным и конечным створом;
- 2) Определить суммарную длину участков реки;
- 3) Определить уклон русла (лога);
- 4) По графику и полученным данным определить скорость волны.

Задание 2. По данным таблицы 3.2 определите объем дождевого стока по формулам 3.1 и 3.3. сделайте вывод о полученных результатах.

Задание 3. Определите время спада паводковой волны

3. Вопросы к практическому занятию

1. Перечислите гидрологически опасные процессы, характерные для Северо-Кавказского региона
2. Охарактеризуйте особенности формирования паводков в горах.
3. Какие факторы формирования речного стока учитывают при прогнозировании наводнений?

Таблица 3.2 – Варианты исходных данных

Параметр			Вариант									
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Площадь бассейна, км ²			18	22	15	27	30	25	19	28	20	17
Интенсивность ливня, мм/мин			3	2.8	5	6	2.5	4	3.2	3.6	2.3	4.2
Степень залесенности, %			6	11	15	19	30	27	25	7	10	22
Расположение леса на водосборе			1А	1Б	1В	1А	1Б	1В	1А	1Б	1В	1А
Скорость прохождения ливневого фронта, км/ч			3	6	15	3	6	15	3	6	15	6
Ширина потока в створе, м			18	10	13	28	30	33	17	25	26	20
Коэффициент шероховатости лога, m			5	20	40	60	5	20	40	60	20	40
Высота над уровнем моря, м	1 створ	Высота над уровнем моря, м	3820	3202	2410	2390	2835	2965	3200	2415	2845	3620
		Длина участка, км	7.3	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8	7.4	7.5	7.6	7.7
	2 створ	Высота над уровнем моря, м	3650	2920	2190	2165	2653	2773	3018	2196	2623	3450
		Длина участка, км	4.1	4.5	4.7	4.9	5.2	5.1	5.3	5.4	4.8	5.6
	3 створ	Высота над уровнем моря, м	3432	2530	1865	1840	2390	2601	2863	1865	2370	3232
		Длина участка, км	6.3	5.1	6.2	5.4	6.3	6.5	4.4	3.5	6.5	5.4
	4 створ	Высота над уровнем моря, м	3202	2110	1740	1643	2165	2500	2704	1742	2165	3002
		Длина участка, км	4.5	5.6	6.3	4.7	4.2	3.8	6.2	5.6	4.8	3.9
	5 створ	Высота над уровнем моря, м	2920	1913	1543	1432	1896	2306	2500	1548	1896	2720
		Длина участка, км	5.1	6.1	7.1	5.2	6.2	4.2	4.3	6.3	4.3	7.3
	6 створ	Высота над уровнем моря, м	2530	1720	1332	1085	1652	2165	2307	1332	1632	2330
		Длина участка, км	3.1	4.2	5.4	3.6	5.1	4.5	5.3	4.8	3.8	3.3

Практическое занятие

Оценка параметров и последствий землетрясений

1. Теоретическая часть

Основными характеристиками землетрясений являются интенсивность и магнитуда:

Магнитуда землетрясения - условная величина, характеризующая общую энергию упругих колебаний, вызываемых землетрясениями или взрывами; пропорциональна логарифму энергии колебаний. Обычно определяется максимумом отношения амплитуды к периоду колебаний, регистрируемых сейсмографами

Интенсивность - сейсмический эффект, оцениваемый в баллах по описательной шкале интенсивности сотрясений земной поверхности, основанной на реакции людей, поведении зданий и сооружений и на изменениях ландшафта, грунтов и т.д. Сейсмический эффект, наблюдаемый в том или ином пункте, зависит как от величины (магнитуды) землетрясения, так и от удаленности этого пункта от эпицентра землетрясения, от глубины сейсмического очага, а также от условий в данном месте - качества грунтов и уровня грунтовых вод.

Таким образом, зная магнитуду землетрясения, можно определить интенсивность, выраженную в баллах (I_6):

$$I_6 = 1.5 M - 3.5 \lg \sqrt{R^2 + h^2} + 3, \text{ балл} \quad (4.1)$$

Где M – магнитуда;

R – расстояние от эпицентра, на котором возможно возникновение землетрясения определенной интенсивности, км;

h – глубина очага землетрясения, км.

Обстановку в районах разрушительных землетрясений принято оценивать показателями, характеризующими инженерную обстановку, а также объемами аварийно-спасательных работ и мероприятий по жизнеобеспечению населения.

Основными показателями инженерной обстановки в районе разрушительных землетрясений являются:

- количество зданий, получивших обвалы, частичные разрушения, тяжелые, умеренные и легкие повреждения, шт.;
- площадь разрушенной части города, в пределах которой застройка получила тяжелые повреждения, частичные разрушения и обвалы (3, 4, и 5 степени разрушения по шкале MMSK - 86), км²;
- объем завалов, м³;
- количество участков, требующих укрепления (обрушения) поврежденных или частично разрушенных конструкций, шт.;
- протяженность заваленных улиц и проездов, м.

При оценке и прогнозирования характера и степеней разрушения зданий и сооружений рассматриваются три типа элементов застройки населенного пункта: точечные, площадные, линейные.

При анализе последствий землетрясений учитывают следующие характеристики:

- 1) Этажность (малоэтажные – до 4-х этажей, многоэтажные – 5-8, повышенной этажности – 9-25, высотные – более 25 этажей);
- 2) Наличие или отсутствие антисейсмических мероприятий при возведении здания или сооружения;
- 3) Конструктивная схема здания и сооружения. В зависимости от конструктивной схемы определяется характер разрушений:

В каркасных зданиях преимущественно разрушаются узлы каркаса, вследствие возникновения в этих местах значительных изгибающих моментов и поперечных сил. Особенно сильные повреждение получают основание стоек и узлы соединения ригелей со стойками каркаса.

В крупнопанельных и крупноблочных зданиях наиболее часто разрушаются стыковые соединения панелей и блоков между собой и с перекрытиями. При этом наблюдается взаимное смещение панелей,

раскрытие вертикальных стыков, отклонение панелей от первоначального положения, а в некоторых случаях обрушение панелей.

Для зданий с несущими стенами из местных материалов (сырцовый кирпич, глино-саманные блоки, туфовые блоки и др.) характерны следующие повреждения: появление трещин в стенах; обрушение торцовых стен; сдвиг, а иногда и обрушение перекрытий; обрушение отдельно стоящих стоек и особенно печей и дымовых труб.

Оценка степеней разрушения зданий и сооружений, представляющих точечные объекты, проводится по следующему алгоритму:

1. Определяется ожидаемая балльность землетрясения по формуле 1.1.

2. На план наносятся изосейсты - линии на карте местности, соединяющие точки, в которых землетрясение проявилось с одинаковой интенсивностью.

3. На плане строятся зоны балльности в пределах границы застройки (рис. 4.1) . Ширина зоны определяется по формуле:

$$Z = 0.5 \cdot (R_1 + R_2), \text{ м} \quad (4.2)$$

где R_1 – расстояние между изосейстами наибольшей и наименьшей балльности, ограничивающими зону, в которой находится здание или сооружение;

R_2 – расстояние между следующими изосейстами наибольшей и наименьшей балльности, ограничивающими зону, в которой находится здание или сооружение.

4. Уточняют максимально возможную интенсивность землетрясения (± 0.5 балла) для указанного здания или сооружения с помощью формулы:

$$I_3 = I_6 + \frac{(I_1 - I_6) \times R_3}{R_1}, \text{ балл} \quad (4.3)$$

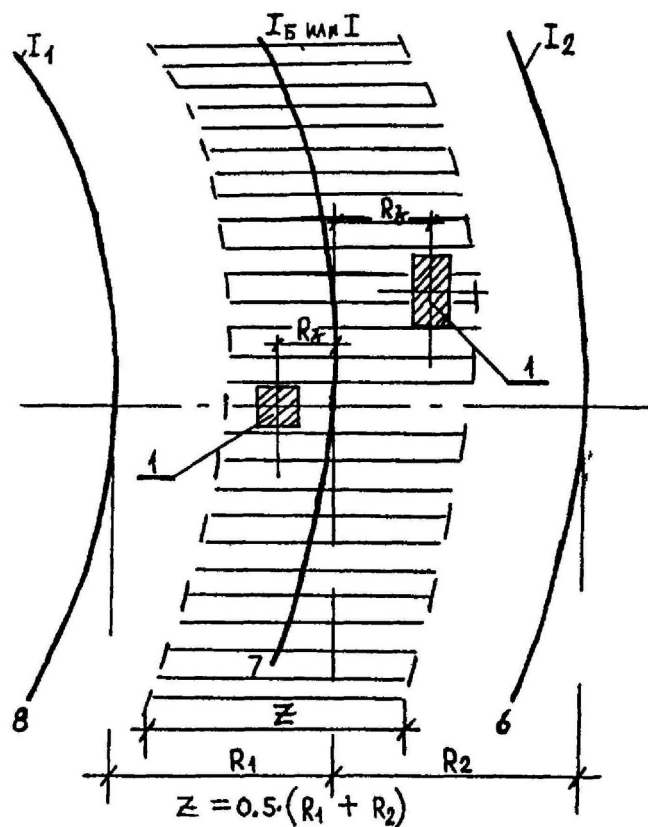


Рисунок 4.1 – Схема определения зоны средней балльности

где I_3 – интенсивность землетрясения для здания или сооружения;

I_1 – изосейста наибольшей балльности, ограничивающая зону, в которой находится здание или сооружение;

R_3 – величина привязки здания или сооружения к изосейсте наименьшей балльности, ограничивающей зону, в которой находится здание или сооружение.

5. В случаях отсутствия изосейст, полученных на основе микрорайонирования, или уточнения полученных результатов путем учета инженерно-геологических условий территории застройки населенного пункта (объекта) недостающие изосейсты, а также балльность для конкретных зданий и сооружений, находящихся в зонах с инженерно-геологическими условиями, отличающимися от окружающей местности, могут быть получены путем вычисления по формуле:

$$I = I_6 - (\Delta I_6 - \Delta I) \quad (4.4)$$

где I - искомая балльность изосейсты или местонахождения здания или сооружения;

I_6 - балльность базисной изосейсты, проходящей по территории с известными инженерно-геологическими условиями:

ΔI_6 - приращение балльности в известных инженерно-геологических условиях по сравнению с гранитом (табл.4.1)

ΔI - приращение балльности по сравнению с гранитом за счет изменения инженерно-геологических условий местности, по которой проходят недостающие изосейсты или, где находятся конкретные здания или сооружения.

Таблица 4.1 – Величина приращений ΔI_6 и ΔI в зависимости от типа инженерно-геологических условий

Тип инженерно-геологических условий	Величины приращения ΔI_6 и ΔI
Гранит	0
Известняк	0.52
Полускальный грунт (гипс, мергель)	0.92
Крупнообломочный материал (щебень, гравий, галька)	1.36
Песчаные	1.6
Глинистые (глины, суглинки, супеси)	1.61
Насыпные рыхлые	2.6

6. Затем на основании этой информации с учетом справочных данных по степеням разрушения зданий и сооружений при землетрясениях (Приложение А, Б) определяются фактические степени разрушения зданий и сооружений существующей застройки населенного пункта (объекта).

7. На основе проведенных расчетов заполняют «Формы представления результатов оценки последствий землетрясения» (табл. 4.2).

Таблица 4.2 – Форма 1 для представления результатов оценки параметров и последствий землетрясений

Конструктивное решение и назначение здания и сооружения	Этажность	Количество зданий или сооружений	Количество зданий и сооружений в зонах с балльностью							Количество зданий и сооружений, получивших степень разрушения:			
			5	6	7	8	9	10	11	Слабую	Среднюю	Сильную	Полную
Жилые													
Общественные													
Промышленные													
Сооружения подземного пространства													
Защитные сооружения													
Коммунально-энергетические сети													

Для учета динамики разрушений зданий и сооружений при воздействии землетрясений необходимо определить: время наступления первой и главной фазы землетрясения; интервал времени от наступления первой фазы землетрясения до наступления главной фазы землетрясения.

1. Время наступления первой фазы землетрясения (прихода гипоцентральных сейсмических волн), при которой возможно незначительное разрушение зданий и сооружений, определяется по формуле:

$$t_1 = \frac{(R^2 + h^2)^{0.5}}{V_{pt}} \quad (4.5)$$

где V_{pt} – средняя скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн, км/с.

При определении времени первой фазы землетрясения в эпицентре, значение $R = 0$.

2. Средняя скорость распространения продольных волн при расположении очага землетрясения в пределах n – го слоя, вычисляется по следующей зависимости:

$$V_{pm} = \frac{\sum_{i=1}^{n-1} h_i \cdot V_{pi} + h_{\Gamma} \cdot V_{pn}}{\sum_{i=1}^{n-1} h_i + h_{\Gamma}} \quad (4.6)$$

где h_{Γ} – глубина очага землетрясения, км;

h_i – мощность i –го слоя элементов земного шара, км;

V_{pn} – скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн в пределах n -го слоя, км/с;

V_{pi} – скорость распространения продольных гипоцентральных сейсмических волн в пределах i -го слоя, км/с (табл. 4.3).

Таблица 4.3 – Строение Земного шара

Элемент структуры земного шара	Тип слоя	Мощность слоя (h_i), км			Скорость распространения гипоцентральных сейсмических волн, км/с	
		материк		океан		
		горы	равнины		продоль- ных V_{pi}	попереч- ных V_{si}
Кора	осадочные породы	-	5 – 10	1.0	6.1	3.5
	гранит	40	10 – 25	-	6.9	3.9
	базальт	20	более 25	6.0	8.0	4.5

3. Время наступления главной фазы землетрясения (прихода поверхностных сейсмических волн), при которой здания и сооружения получают определенные степени разрушения, вычисляется по формуле

$$t_{\Gamma} = \frac{h}{V_{pm}} + \frac{R}{V_{rm}} \quad (4.7)$$

где V_{rm} – средняя скорость распространения поверхностных волн:

$$V_{rm} = \frac{l_i \cdot V_{ri}}{l_i}, \text{ км/с} \quad (4.8)$$

где V_{ri} – скорость распространения поверхностных волн на i –м участке с одинаковым типом грунта, км/с (табл.4.4)

l_i – протяженность участка с на i –м типом грунта, км

4. Интервал времени от наступления первой фазы землетрясения до наступления главной фазы определяется по формуле:

$$\Delta t = t_r - t_1 \quad (4.9)$$

Таблица 4.4 – Скорость распространения поверхностных сейсмических волн

№	Тип грунта	V_{ri} , км/с
Скальные грунты		
1	Граниты	5.60
2	Известняки, сланцы и гнейсы плотные	4.00
3	Песчаники плотные	2.60
4	Известняки, сланцы, песчаники нарушенные	1.90
Полускальные грунты		
5	Гнейсы	2.70
6	Мергели	2.30
7	Сцементированные пески	1.65
Крупнообломочные грунты		
8	Щебнистые и галечниковые	1.70
9	Гравийные из кристаллических пород	1.55
10	Гравийные из осадочных пород	1.40
Песчаные грунты		
11	Пески гравелистые и крупные	1.35
12	Пески средней крупности	1.20
13	Пески мелкие, пылеватые	0.95
Глинистые грунты		
14	Глины	1.20
15	Суглинки	1.10
16	Супеси	0.95
17	Суглинки и супеси рыхлые	0.65
18	Насыпные и почвенные грунты	0.35

1 9	Водонасыщенный грунт (пески со степенью влажности более 0.8; супеси, суглинки и глины с консистенцией более 1.0)	1.75
2 0	Водонасыщенный грунт (пески со степенью влажности менее 0.8; супеси, суглинки и глины с консистенцией менее 1.0)	0.60

2. Задания

Задание 1. Задание заполните схему «Краткая характеристика землетрясений».



Рисунок 4.1 – Краткая характеристика землетрясений

Задание 2. Оценить последствия землетрясения для точечного объекта, расположенного на территории города по данным таблицы 4.5. По

результатам расчета заполните таблицу 4.2. Сделайте вывод о степенях разрушений строительных элементов города (приложение В).

Задание 3. Определите интервал времени от наступления первой фазы землетрясения до главной по данным таблицы 4.6 и данных, приведенных в таблице 4.5

Таблица 4.5 – Варианты расчетных данных

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Магнитуда землетрясения (М)	7.2	6.8	6.5	7.4	6.7	7.3	7.2	7.8	7.5	8.2
Глубина очага (h_r), км	10	11	8	7.8	9.3	9.6	10.5	8.5	7	12
Эпицентральное расстояние (R), км	53	60	48	45	30	57	45	62	50	67
Привязка к зоне R_{31} , м	500	350	400	250	200	300	300	320	400	380
R_1 , м	1500	2200	2000	1800	1000	1500	1700	1600	2200	1800
R_2 , м	700	600	1100	650	500	760	1000	800	1100	520
Тип грунта вокруг здания	супеси	известняк	глина	супеси	песчаник	супеси	известняк	песчаник	насыпной рыхлый	супеси
Тип грунта, на котором стоит здание	известняк	глина	песчаник	глина	насыпной рыхлый	щебень	песчаник	насыпной рыхлый	мергель	глина
Тип здания или сооружения (порядковый номер по Приложению 1) их количество (в скобках)										
Жилые, общественные и промышленные здания	1.1 (2)	3.2 (3)	7.2 (3)	7.3 (2)	11.2 (2)	8.3 (1)	14 (1)	10.2 (3)	5.2 (2)	6.1 (3)
	7.2 (2)	1.2 (2)	5.1 (2)	5.1 (3)	4.1 (3)	1.2 (3)	5.2 (3)	9.2 (2)	7.3 (2)	2.2 (4)
Сооружения подземного пространства	1 а	1в	1б	1в	1б	1а	1б	1б	1в	1в (3)
	4 (1)	3	2 (2) 4(1)		4(2)	4(1)	2	4(3)	4(2)	
Защитные сооружения	-	3	2г	1а	2г	3	1г	2г	1д	2д
Коммунально-энергетические сети	2	1	4	2	3	6	2	4	1	2
	6	3	1	5	6	7	4	1	3	6
	7	6	7	7		1	6	7	6	7

Таблица 4.6 – Варианты расчетных данных

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Мощность i – го слоя элементов земного шара (h_i), км	11.0	10.0	15.0	17.0	21.5	19.7	32	16.9	30.8	28.5
Протяженность участка с i – м типом грунта (l_i), км	3.1	3.7	4.8	4.4	6.2	5.6	4.5	0.7	4.3	1.8
Тип слоя земной коры	осадочные породы	базальт	гранит	осадочные породы	базальт	осадочные породы	гранит	базальт	осадочные породы	гранит

3. Вопросы к практическому занятию

1. Что называется землетрясением? Назовите причины возникновения землетрясений.
2. По каким признакам осуществляются современные классификации землетрясений?
3. Приведите краткую характеристику сейсмических волн. Какие из них приводят к наибольшим разрушениям на поверхности земли?
4. Охарактеризуйте поражающие факторы землетрясений?
5. Каковы закономерности распределения землетрясений на нашей планете?
6. Назовите «предвестников» землетрясений?
7. Что такое сейсмический цикл? Из каких этапов он состоит?
8. Назовите виды сейсмических прогнозов. Кратко опишите методологию оценки сейсмической опасности территории.
9. Назовите типы карт сейсмического районирования.
10. Каковы последствия землетрясений?

Практическое занятие

Оценка последствий природных пожаров

1. Теоретическая часть

В засушливые годы природные пожары охватывают большие площади, нанося огромный ущерб экономике. Пожары вызывают смену пород леса и всего растительного покрова, способствуют водной и ветровой эрозии, изменяют гидрологический режим территории. В числе мер по снижению ущерба от лесных пожаров важное место отводится прогнозированию схем развития пожаров.

Периодичность пожаров в том или ином регионе связана с типом леса, с филогеническими и фитоценотическими изменениями леса во времени, с деятельностью человека, с изменениями погоды.

Пожароопасный сезон в лесу устанавливается с того момента, как исчезает снежный покров, а лесные горючие материалы высыхают до состояния загоряемости. Основное число пожаров в нашей стране регистрируется в период с апреля по сентябрь—октябрь. В зависимости от сгорающих материалов различают два основных вида ЛП: низовые и верховые.

Кромкой пожара называют непрерывно продвигающуюся по горючему материалу полосу горения, на которой основной горючий материал сгорает с максимальной интенсивностью и образует вал огня. *Фронт пожара* - наиболее быстро распространяющаяся в направлении ветра огневая кромка. *Тыл* - двигающаяся против ветра кромка огня. *Фланги* - продвигающаяся перпендикулярно ветру огневая кромка.

Типовой сценарий развития крупного ЛП включает в себя следующие стадии:

1) отклонение метеорологических условий от среднестатистических в направлении увеличения количества суток без осадков, уменьшения влажности воздуха, усиление ветра до 8-30 м/с;

- 2) воспламенение (самовоспламенение) лесных горючих материалов;
- 3) развитие лесных пожаров до крупных (распространение и слияние многочисленных очагов пожаров в обширную зону);
- 4) догорание лесного массива при удалении фронта пожара, сопровождающееся сильным задымлением и загазованностью;
- 5) тушение пожара силами пожарной охраны или естественными осадками.

Определение условий, при которых возникают и распространяются лесные пожары, дает возможность предупредить, быстрее обнаружить и своевременно их ликвидировать. В результате многолетних наблюдений установлена связь частоты и площади пожаров с числом дней без дождя, количеством выпадающих осадков, температурой воздуха и ветровым режимом.

В 1968 году профессор В.Г.Нестеров предложил судить о дефиците влажности воздуха по разности температуры воздуха и точки росы, выражая дефицит в градусах. Комплексный показатель шкалы В.Г. Нестерова рассчитывают по формуле:

$$\Gamma = \sum_{1}^n (t - \phi) \cdot t \quad (5.1)$$

где Γ – показатель горимости напочвенного покрова, °С;

n – число сухих дней (дней с осадками менее 2.5 мм);

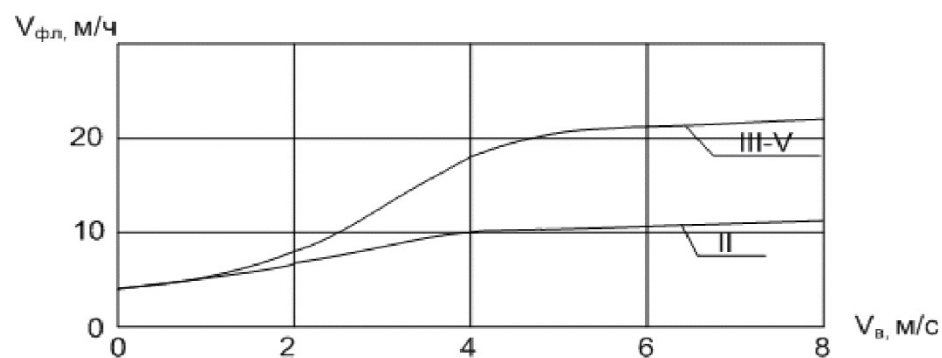
t – температура воздуха за 12 ч, °С;

ϕ – точка росы, °С.

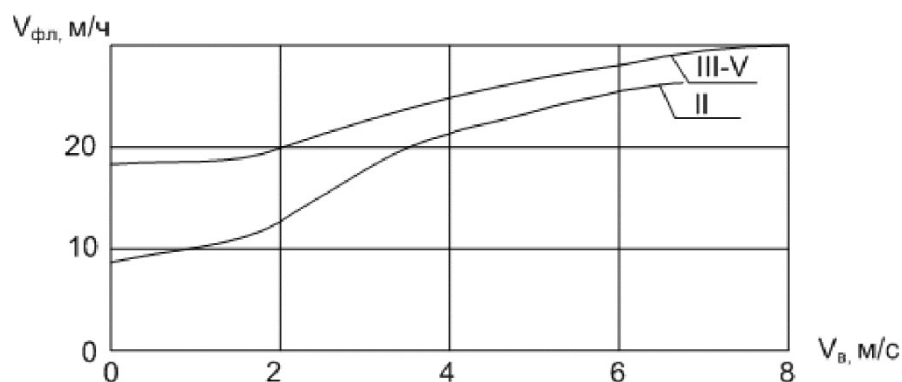
Зависимость между показателем горимости и классом пожарной опасности приведена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Зависимость между показателем горимости и классом пожарной опасности

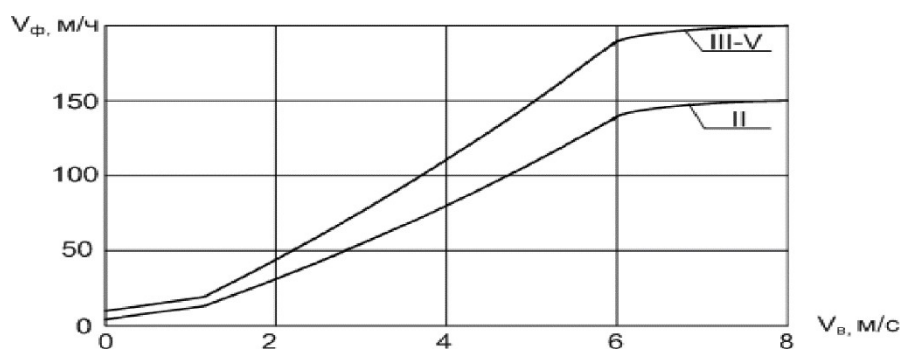
Показатель горимости леса	Класс пожарной опасности	Наиболее вероятные виды пожаров, условия и продолжительность периода их возможного возникновения и распространения
Менее 300	I – отсутствие опасности	Возникновение пожара возможно только при особо неблагоприятных условиях (длительная засуха)
301-1000	II – малая опасность	Возникновение пожаров (в первую очередь низовых) возможно в травяных типах леса и на таволговых вырубках в периоды весеннего и осеннего пожарных максимумов; в остальных типах леса и на долгомошниковых вырубках - в периоды летнего максимума
1001 - 4000	III – средняя опасность	Низовые и верховые пожары возможны в период летнего пожарного максимума, а в кедровниках, кроме того, в периоды весеннего и особенно осеннего максимумов
4001 – 10 000	IV – высокая опасность	Низовые пожары возможны в течение всего пожароопасного сезона; верховые - в периоды пожарных максимумов (периоды, в течение которых число лесных пожаров или площадь, охваченная огнем, превышает средние многолетние значения для данного района)
Более 10 000	V – чрезвычайная опасность	В течение всего пожароопасного сезона возможны низовые пожары, а на участках с наличием древостоя - верховые. На вейниковых и других травяных типах вырубков по суходолу особенно значительна пожарная опасность весной, а в некоторых районах и осенью



а) $V_{\text{ф}}$ – скорость распространения фронта пожара



б) $V_{\text{фл}}$ – скорость распространения фланга пожара



в) $V_{\text{т}}$ – скорость распространения тыла пожара

Рисунок 5.1 – Зависимость линейной скорости распространения низового пожара от скорости ветра для насаждений первого класса горимости (римскими цифрами обозначены классы пожарной опасности погоды)

2) От момента возгорания до момента обнаружения и начала тушения пожара проходит значительный промежуток времени, за который периметр и площадь зоны горения значительно увеличиваются. Рассчитать периметр зоны горения можно по рисунку 5.2 или по формуле:

$$\Pi = \Pi_0 + \Delta\Pi, \quad (5.2)$$

где Π_0 – начальный периметр зоны горения, м;

$\Delta\Pi$ – прогнозируемое приращение периметра за расчетный период времени, м:

$$\Delta\Pi = 3.3 V_{\phi} t \quad (5.3)$$

где t – расчетный период времени, ч;

V_{ϕ} – скорость распространения пожара по фронту, м/ч.

5) Площадь пожара в гектарах определяется по рисунку 8.3 или по формуле:

$$S = S_0 + \Delta S \quad (5.4)$$

где S_0 – начальная площадь горения, га;

ΔS – приращение площади горения за расчетное время, га:

$$\Delta S = 4 \cdot 10^{-6} \Pi^2 \quad (5.5)$$

Классификация лесных пожаров по площади приведена в таблице 5.2. Для верховых пожаров характерны 4, 5 степень повреждения древостоя, для низовых пожаров 1 – 3 степени повреждения (табл. 5.3, 5.4).

Таблица 5.2 – Классификация лесных пожаров по величине площади, охваченной огнем

Тип лесного пожара	Площадь, охваченная огнем, га
Загорание	0,1 – 0,2
Малый пожар	0,2 – 2,0
Небольшой пожар	2,1 – 20
Средний пожар	21 – 200
Крупный пожар	201-2000 (в Европейской части России – более 25)
Катастрофический пожар	Более 2000

Таблица 5. 4 – Характеристики повреждений древостоя

Степень повреждений	Характеристика состояния древостоя
1	Древостой слабо повреждается пожаром, почти не изреживается, характеризуется частичным отмиранием подчиненных ярусов деревьев или даже сохранением их после слабых низовых пожаров
2	Древостой после пожара заметно изреживается; сохраняется жизнедеятельность значительного количества деревьев верхнего полога и отмиранием подчиненной части древостоя после низовых пожаров средней силы
3	Древостой после сильного повреждения пожаром усыхает полностью или почти полностью; характеризуется сохранением жизнедеятельности только незначительного числа деревьев верхнего полога после верховых или сильных низовых пожаров
4	Древостой гибнет полностью в процессе пожара; представляет собой горельники с древостоями, полностью утратившими жизнедеятельность вследствие обгорания крон во время верховых пожаров
5	Древостой в результате пожаров вываливается, представляет собой валежные горельники.

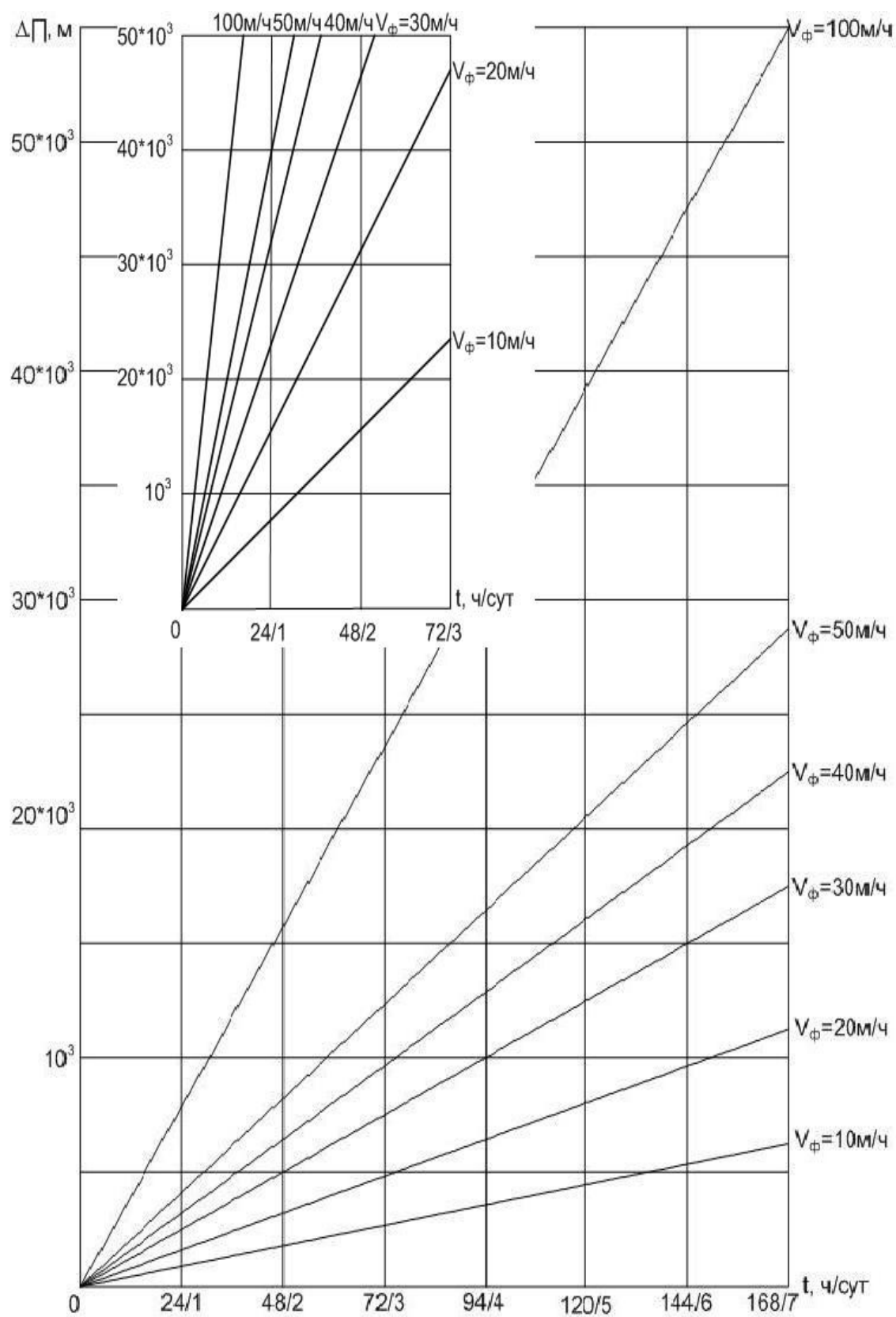


Рисунок 5.3 – Определение приращения периметра $\Delta\Pi$ за время распространения пожара t

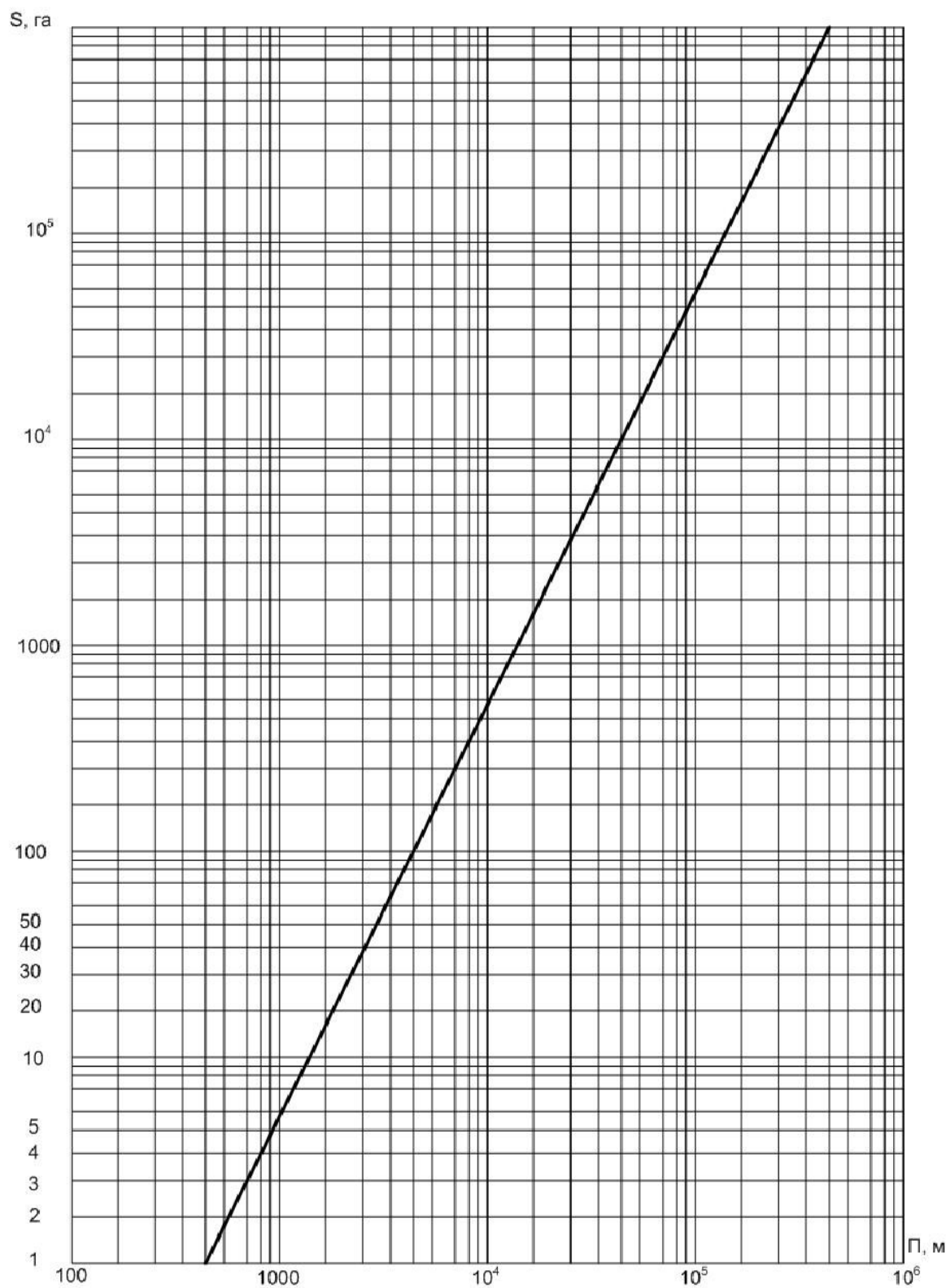


Рисунок 5.4 – График определения площади пожара

Расчет вероятной скорости распространения низового пожара *на пересеченной местности* и силы пожара (интенсивности кромки) делается

в пределах каждого временного этапа прогнозирования, сначала – в направлении продвижения фронта пожара, затем – по направлениям флангов и тыла. Последовательность этого расчета такова:

- 1) Скорость ветра под пологом леса (W) рассчитывают по формуле:

$$W = W_m \cdot K_c \quad (5.7)$$

Где W_m – скорость ветра на метеостанции, м/с;

K_c – коэффициент, учитывающий полноту древостоя, берется из таблицы 5.5.

Таблица 5.5 – Коэффициенты K_c для определения скорости ветра W под пологом леса на высоте 2 м

Полнота древостоя	K_c	Полнота древостоя	K_c	Полнота древостоя	K_c
0	0,77	0,4	0,38	0,8	0,11
0,1	0,70	0,5	0,30	0,9	0,07
0,2	0,60	0,6	0,23	1,0	0,05
0,3	0,48	0,7	0,16	–	–

- 2) прогнозируют скорость распространения кромки пожара (V_x м/мин):

$$V_x = V_0 \cdot K_\phi \cdot K_r \cdot K_\omega, \quad (5.6)$$

где K_ϕ – коэффициент влияния уклона, берется из таблицы 5.6 в соответствии с уклоном, экспозицией склона и направлением распространения горения (вверх по склону – углы положительные, вниз по склону – отрицательные, поперек склона – нулевые);

K_r – коэффициент влияния относительной влажности воздуха, берется также из таблицы 5.7 в соответствии с величиной прогнозируемой относительной влажности воздуха (r , %) по срокам;

K_{ω} – коэффициент влияния ветра, берется из таблицы 5.8 в соответствии со скоростью и направлением ветра по отношению к кромке пожара (фронт, фланг, тыл);

V_0 – базовая (штилевая) скорость, берется по таблице 5.9 в соответствии с типом ОПГ выдела и лесопожарным показателем засухи данного дня

Таблица 5.6 – Коэффициенты влияния уклона j на скорость распространения огня

j°	-40	-30	-20	-10	0	10	15	20	25	30	35	40
K_j	0,7	0,7	0,7	0,9	1,0	1,2	1,5	2,0	2,5	4,0	6,0	12,0

Таблица 5.7 – Коэффициенты влияния относительной влажности воздуха r на скорость распространения огня

$r, \%$	20	25	30	35	40	45	50	55	60	70	80	90
K_r	1,7	1,5	1,3	1,1	1,0	0,9	0,8	0,7	0,7	0,6	0,5	0,3

Таблица 5.8 – Коэффициенты влияния скорости ветра под пологом леса W на скорость распространения горения при низовых пожарах

$W, \text{ м/с}$	0,0	0,4	0,8	1,2	1,6	2,0	2,4	2,8	3,2	3,6	4,0	5,0
K_{ω} фронт	1,0	1,2	1,4	1,7	2,1	2,6	3,2	4,0	5,0	6,0	7,0	10,0
K_{ω} тыл	1,0	1,0	1,0	1,1	1,1	1,2	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,8
K_{ω} фланг	1,0	1,1	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,5	3,0	3,5	4,5

Таблица 5.9 – Пирологические характеристики основных проводников горения (ОПГ)

Лесопожарный показатель засухи, единиц			Пирологические характеристики			
от	до	тип	$Q_{сл},$ МДж/м ²	$I_s,$ кВт/м ²	$V_o,$ м/мин	$V_o,$ м/с
Сухомшистый тип ОПГ (Сх)						
160	1500	500	3,5	80	0,14	0,002
200	2000	700	5,3	100	0,16	0,002
300	3000	1000	10,0	230	0,19	0,003
600	6000	2000	16,0	370	0,25	0,004
1000	9000	3000	20,0	450	0,27	0,004
1300	12000	4000	22,0	480	0,29	0,005
1600	15000	5000	24,0	510	0,30	0,005
Рыхлоопадный тип (Рх)						
200	2000	700	4,0	57	0,10	0,002
300	3000	1000	7,5	100	0,20	0,003
600	6000	2000	10,0	132	0,30	0,005
1000	9000	3000	11,0	140	0,40	0,006
1300	12000	4000	11,5	146	0,44	0,007
1600	15000	5000	12,0	150	0,50	0,008
Плотноопадный тип ОПГ (Пл)						
300	3000	1000	3,0	70	0,20	0,003
600	6000	2000	9,0	210	0,23	0,004
1000	9000	3000	12,0	280	0,26	0,004
1300	12000	4000	13,5	310	0,29	0,005
1600	15000	5000	15,0	330	0,32	0,005
Травяно-ветошный тип ОПГ (Тв) (под пологом леса)						
100	900	300	(9,0)	—	0,30	0,005
130	1200	400	(10,0)	—	0,33	0,005
160	1500	500	(10,0)	—	0,35	0,006
200	2000	700	(10,0)	—	0,38	0,006
300	3000	1000	(10,0)	—	0,40	0,007
600	6000	2000	(10,0)	—	0,40	0,007
1000	9000	3000	(11,0)	—	0,40	0,007
1300	12000	4000	(11,0)	—	0,40	0,007

3) Прогнозирование интенсивности кромки пожара необходимо для оценки силы пожара и для определения возможных последствий. Интенсивность кромки определяется по формуле:

$$L_{кр} = Q_{сл} \cdot V_x, \quad (5.8)$$

где $Q_{сл}$ – поверхностная теплота сгорания слоя (табл. 8.5), МДж/м².

Силу низовых пожаров на практике обычно оценивают по высоте пламени (h, м) на фронтальной кромке:

- слабые – до 0,5 м;
- средней силы – 0,5-1,5 м;
- сильные – более 1,5 м.

Высота пламени на кромке связана с интенсивностью кромки ($I_{кр}$, кВт/м) и является внешним выражением интенсивности. Поэтому силу пожара в каждом выделе можно оценивать еще и по прогнозируемой интенсивности кромки: слабые – до 35, средней силы – 35-120 и сильные – более 120 кВт/м.

4) Для составления оптимального плана тушения пожара необходимо также оценивать в конце каждого временного этапа прогнозирования: периметр пожара (П, м или км) и скорость увеличения периметра (кромки) пожара ($\Delta П$, м/ч).

Прогнозируемый периметр пожара можно определить расчетным путем по следующей формуле:

$$П = \frac{3}{2} (L_{фр} + L_{фл}) K_{из} \quad (5.9)$$

где $L_{фр}$ – поперечник пожарища в направлении фронт – тыл (рис. 5.4);

$L_{фл}$ – поперечник пожарища в направлении правый фланг – левый фланг;

$K_{из}$ – коэффициент извилистости кромки (в среднем 1,5).

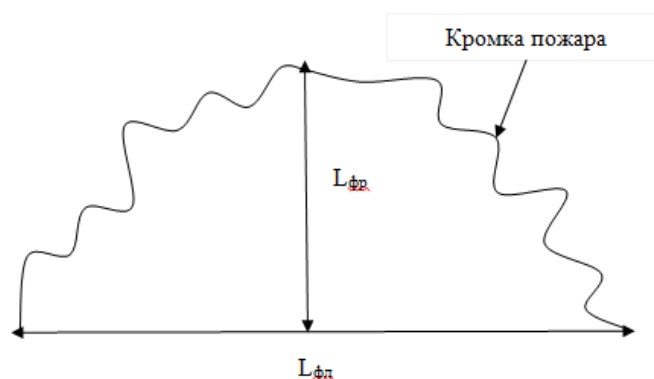


Рисунок 5.4 – Схема к определению периметра низового пожара

Периметр пожара можно оценить и непосредственно по карте. Через точки на карте, которые пожар должен достигнуть в расчетное время по каждому направлению, проводится прогнозируемый контур пожара, измеряется длина этого контура (с учетом масштаба) и умножается на коэффициент извилистости.

5) Скорость увеличения периметра пожара $\Delta\Pi$ можно оценивать по скорости фронтальной кромки ($V_{фр}$) по таблице 5.10

Таблица 5.10 – Скорость увеличения периметра пожара $\Delta\Pi$

$V_{фр}$, м/ч	25	40	70	120	200
или м/мин	0,4	0,7	1,2	2,0	3,3
$\Delta\Pi$, м/ч	200	300	400	700	1000

6) Начальная площадь низового пожара (рис.5.5) определяется по формуле

$$S = \frac{2}{3} L_{фр} L_{фл} \quad (5.10)$$

7) Конечная площадь определяется по формуле 5.5

2. Задания

Задание: Используя данные таблицы 5.11 определите:

- 1) показатель горимости напочвенного покрова;
- 2) класс пожарной опасности;

Таблица 5.11 – Варианты расчетных данных

Параметр	Вариант									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Температура воздуха, °С	25.0	26.0	27.0	28.0	25.5	26.4	24.6	27.3	26.3	25.8
Точка росы, °С	16	15	14	13	12	14	15	14	13	12
Количество сухих дней	7	4	5	6	7	8	9	7	6	9
Скорость ветра на метеостанции, м/с	10	8	9	12	14	15	7	11	13	15
Крутизна склона, °	-30	-20	-10	15	20	25	20	35	20	25
Относительная влажность воздуха, %	25	30	35	40	45	25	30	35	40	45
Высота пламени, м	0.5	0.7	2.5	1.0	1.3	1.4	1.7	2.0	3.0	0.7
Начальный периметр горения, м	500	750	340	800	600	450	400	700	530	460
Расчетный период времени, ч	4	5	6	3	5	4	6	3	5	6
Полнота древостоя	0.3	0.4	0.5	0.6	0.7	0.8	0.9	0.4	0.5	0.7
Тип основного проводника горения	Сх	Рх	Пл	Тв	Сх	Рх	Пл	Тв	Пл	Тв
Преобладающие породы деревьев	сосна	листвен- ница	ель	сосна	листвен- ница	ель	сосна	листвен- ница	ель	сосна
Средний диаметр ствола, см	12	16	20	24	28	12	16	20	24	28

- 3) площадь пожара на равнинной территории и его последствия для древостоя;
- 4) площадь пожара на пересечённой местности;
- 5) сделайте вывод об особенностях распространения природных пожаров на равнине и на склонах различной крутизны

3. Вопросы к практическому занятию

1. Какие виды ЧС называют «природными пожарами»?
2. По каким параметрам можно классифицировать природные пожары?
3. Каковы особенности развития горения растительных компонентов?
4. Приведите краткую характеристику горючих материалов
5. Какие параметры обуславливают пожарную опасность лесов?
6. Перечислите критерии чрезвычайной лесопожарной ситуации.
7. Какими способами можно тушить природные пожары?

Практическое занятие Экологические последствия биологических ЧС

1. Теоретическая часть

В ГОСТ Р 22.0.04-95 дается определение термина «*биолого-социальные чрезвычайные ситуации*», однако на практике чаще применяется термин «*биологические чрезвычайные ситуации*», под которыми подразумевается состояние, при котором в результате возникновения источника биолого-социальной чрезвычайной ситуации на определенной территории нарушаются нормальные условия жизни и деятельности людей, существования сельскохозяйственных животных и произрастания растений, возникает угроза жизни и здоровью людей, широкого распространения инфекционных болезней, потерь сельскохозяйственных животных и растений.

Источником биолого-социальной чрезвычайной ситуации является особо опасная или широко распространенная инфекционная болезнь людей, сельскохозяйственных животных и растений, в результате которой на определенной территории произошла или может возникнуть биолого-социальная чрезвычайная ситуация. Существует множество форм источников биолого-социальных ЧС, но наиболее распространёнными являются бактерии, риккетсии, вирусы, грибки, простейшие, прионы. Одной из наиболее значимых характеристик возбудителей инфекционных болезней является их контагиозность. *Контагиозность* (лат. contagiosus заразный, заразной; синоним заразительность) — свойство инфекционных болезней передаваться от больных людей или животных здоровым восприимчивым людям (животным). Этот термин описывает способность болезней распространяться путём передачи их возбудителя от заражённых людей (животных) здоровым при непосредственном контакте или через факторы передачи.

2. Задания

Задание 1. Заполните таблицу 6.1

Таблица 6.1 – Виды инфекционных болезней людей по механизму передачи возбудителя

Группы инфекционных заболеваний	Пути передачи инфекции	Наименование заболеваний
Кишечные инфекции		
Инфекции дыхательных путей		
Кровяные инфекции		
Зоонозные инфекции		
Контактно–бытовые инфекции		

Задание 2. Заполните таблицу 6.2

Таблица 6.2 – Краткая характеристика возбудителей инфекционных болезней

Возбудитель	Краткая характеристика	Пример заболеваний
Бактерии	одноклеточные организмы растительной природы	
Риккетсии		сыпной тиф, пятнистая лихорадка
	мельчайшие микробы, во много раз меньше бактерий, являются внутриклеточными паразитами. Они не имеют клеточного строения	
Грибки		
	одноклеточные организмы животного происхождения	лямблии, плазмодии малярии
Прионы		паралич, старческий маразм, синильный психоз

Задание 3. Соедините стрелками правильные ответы

Эпифитотия	Массовое, прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни людей, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости
Эпизоотический очаг	Место заражения и пребывания заболевших инфекционной болезнью людей, либо территория, в пределах которой в определенных границах возможно заражение людей и сельскохозяйственных животных возбудителями инфекционной болезни
Эпидемия	Одновременное прогрессирующее во времени и пространстве в пределах определенного региона распространение инфекционной болезни среди большого числа одного или многих видов сельскохозяйственных животных, значительно превышающее обычно регистрируемый на данной территории уровень заболеваемости.
Эпизоотия	Место нахождения источника возбудителя инфекционной болезни сельскохозяйственных животных, изолированное таким образом, что становится невозможной передача возбудителя животным. восприимчивым к данной
Эпидемический очаг	Массовое, прогрессирующее во времени и пространстве инфекционное заболевание сельскохозяйственных растений и/или резкое увеличение численности вредителей растений, сопровождающееся массовой гибелью сельскохозяйственных культур и снижением их

Задание 4. Инфекционные болезни животных классифицируются по виду возбудителя. Заполните таблицу 6.3

Таблица 6.3 – Виды и пути передачи эпизоотий

Виды инфекций	Пути передачи	Наименование заболевания
Алиментарные		Сибирская язва, ящур, сеп, бруцеллез
Респираторные		Оспа, чума, парагрипп, пневмония
Трансмиссионные		Энцефалит, туляремия, анемия лошадей
Кожные		Столбняк, бешенство, оспа коров

Задание 5. Заполните схему «Виды классификаций эпизоотий» (рис. 6.1)

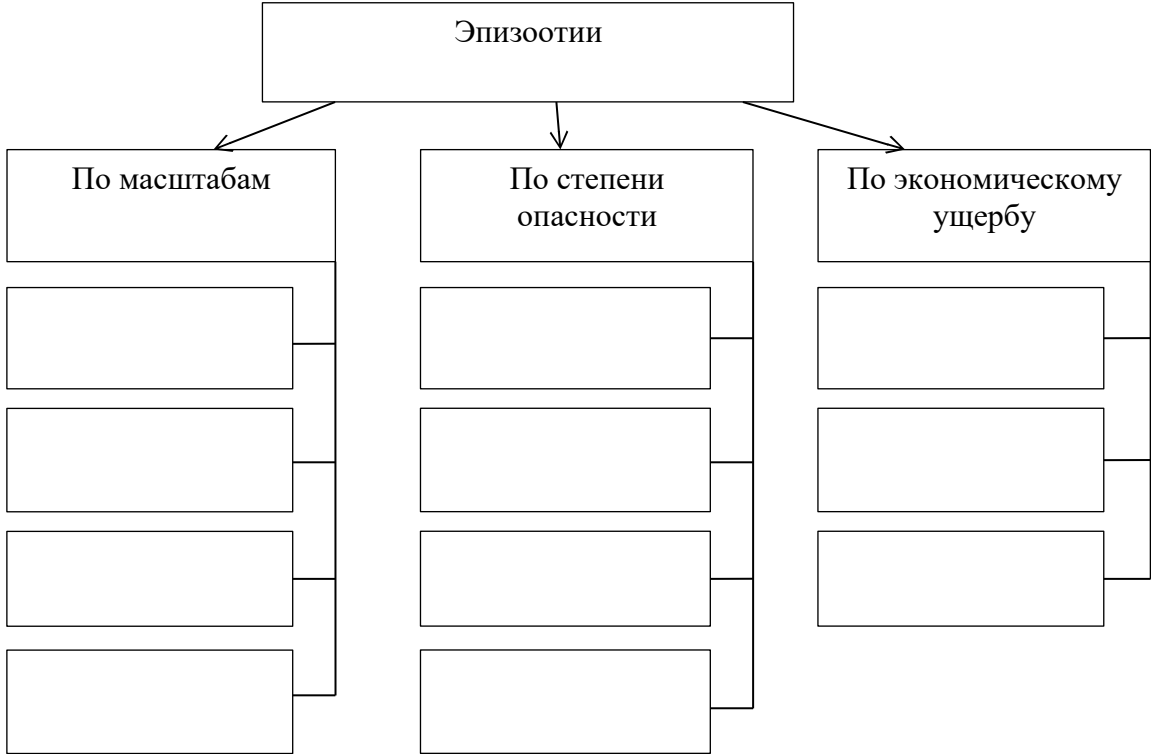


Рисунок 6.1 – Классификации эпизоотий

Задание 6. Заполните схему 6.2

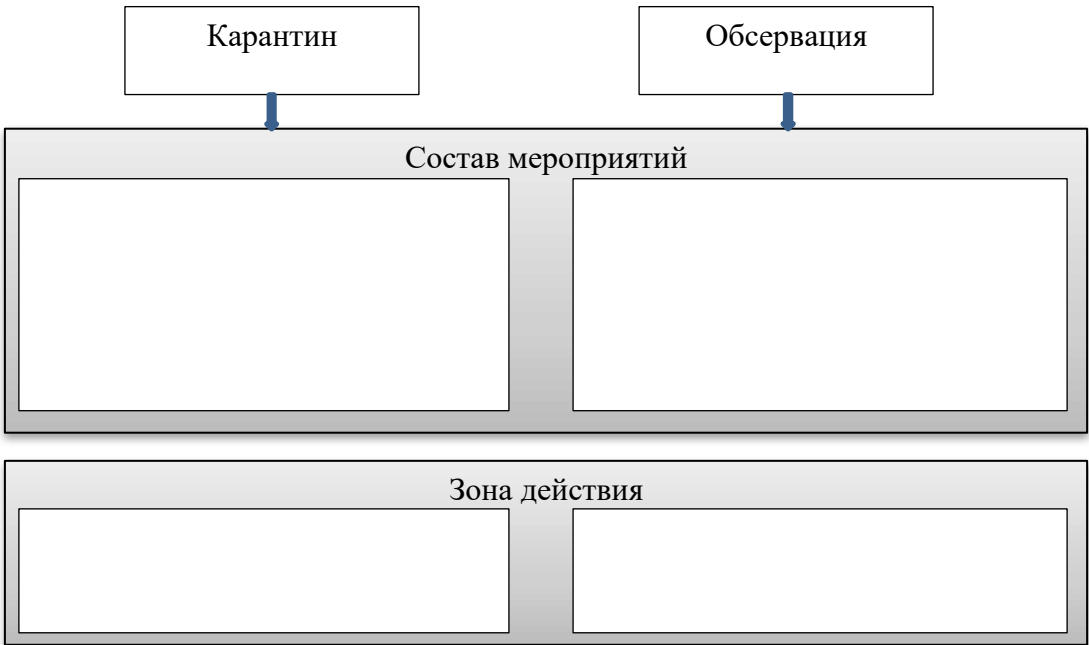


Рисунок 6.2 – Сравнительная характеристика мероприятий по обеспечению биологической безопасности

Задание 7. заполните таблицу Экологические последствия биологических ЧС, сделайте вывод

Таблица 6.4 – Мероприятия по обеспечению биологической безопасности

Вид биологической ЧС	Последствия для населения		Последствия для экосистем	
	краткосрочные	долгосрочные	краткосрочные	долгосрочные

3. Вопросы к практическому занятию

1. Какие виды ЧС относятся к биологическим?
2. Дайте определения «эпидемия», «эпизоотия», «эпифитотия».
3. Раскройте суть понятия «контагиозность». В чем она измеряется?

Какие группы инфекционных заболеваний по этому показателю Вы знаете?

4. Назовите формы эпизоотий по широте распространения эпизоотического процесса.

5. Назовите природные очаги чумы на территории РФ. Какие виды животных являются разносчиками возбудителей чумы на Северном Кавказе? Какие виды инфекционных заболеваний имеют природную очаговость?

6. Перечислите виды классификаций эпифитотий.

7. Какова роль насекомых в распространении инфекционных заболеваний? Приведите примеры насекомых-переносчиков особо опасных болезней и насекомых – вредителей лесных и сельскохозяйственных культур.

8. Существуют ли какие-либо закономерности в распространении биологических ЧС?

9. Приведите краткую характеристику мероприятий по локализации эпидемиологического очага.

10. Приведите краткую характеристику мероприятий по ликвидации эпидемиологического очага.

Рекомендуемая литература

Список основной литературы

1. Михайлов, Л. А. Чрезвычайные ситуации природного, техногенного и социального характера и защита от них : учебник / Л. А. Михайлов, В. П. Соломин ; под ред. Л. А. Михайлова. - СПб. : Питер, 2009. - 235 с.

Дополнительная литература

2. Баринов, А. В. Чрезвычайные ситуации природного характера и защита от них : учеб. пособие / А. В. Баринов. - М. : Владос, 2003. - 496 с. - (Безопасность жизнедеятельности). - Библиогр.: с. 495. - ISBN 5-305-00031-9

3. Ветрова, И. Н. (СевКавГТУ). Региональные природные процессы : учеб. пособие (курс лекций) / И. Н. Ветрова ; Мин. образования и науки, ГОУВПО Сев.-Кав. гос. техн. ун-т. - Ставрополь : Издательство СевКавГТУ, 2008. - 216 с. - Библиогр.: с. 215-216

4. Ветрова, И. Н. Природные чрезвычайные ситуации: прогнозирование параметров и последствий: учебно-методическое пособие.- Ставрополь: изд-во СКФУ, 2013.- 91 с.

5. ГОСТ 17.6.1.01-83 Охрана природы. Охрана и защита лесов. Термины и определения

6. ГОСТ 22.1.09-99 Мониторинг и прогнозирование лесных пожаров. Общие требования.

7. ГОСТ Р 22.0.04-95 «Биолого-социальные чрезвычайные ситуации. Термины и определения». М.: Изд-во стандартов. 1995. 4 с.

8. Методика оценки последствий ураганов. М.: ВНИИГОЧС, 1996 – 8с

9. МУ 3.1.3.2355-08 Организация и проведение эпидемиологического надзора в природных очагах чумы на территории Российской Федерации. Методические указания. М.: "Противочумный центр" Роспотребнадзора. 2009. 105 с.

10. Научно-технические достижения и передовой опыт в области автомобильных дорог. Защита от селевых потоков. Информационный сборник Выпуск 3. Москва: ЦБНТИ, 1992. 45 с
11. Природные опасности России. В 6 т.: Монография. Т.2: Сейсмические опасности/ Под ред. Г. А. Соболева. - М.:КРУК,2000. - 296с. - Библиогр.:с.288-293
12. Природные опасности России. В 6 т.: Монография. Т.5: Гидрометеорологические опасности/ Под ред. В. И. Осипова, С. К. Шойгу. - М.:КРУК, 2001. - 292с.
13. Природные опасности России: Монография в 6 т. Т.3: Экзогенные геологические опасности/ Под ред. В. М. Кутепова. - М.:Изд-кая фирма "Крук",2002. - 348с. - Библиогр.: с.330-345
14. Природные опасности России: монография: в 6 т. Т.6: Оценка и управление природными рисками/ под ред. В. И. Осипова, С. К. Шойгу; РАН. Мин. РФ по делам гражданской обороны, ЧС и ликвидации последствий стихийных бедствий. - М.:КРУК,2003. - 320 с. - Библиог
15. Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов / ПНИИИС. - М.: Стройиздат, 1984. - 80 с.
16. Сборник методик по прогнозированию возможных аварий, катастроф, стихийных бедствий в РСЧС. Книга 2. М.:ВНИИ ГОЧС. 1994
17. Стародубцев В.С. Экологическая геодинамика : учеб. пособие для вузов / В.С. Стародубцев. – Воронеж : Издательско-полиграфический центр Воронежского государственного университета, 2008. – 44 с.

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ
ФЕДЕРАЦИИ**

**Федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

**ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ЧРЕЗВЫЧАЙНЫХ СИТУАЦИЙ
Методические рекомендации по организации и проведению
самостоятельной работы студентов**

Направление подготовки 05.04.06 – Экология и природопользование
Магистерская программа «Экологический мониторинг и экологическая
безопасность»

Квалификация выпускника: магистр

Ставрополь , 2026

Содержание

1. Формулировка задания
2. Методические рекомендации по выполнению работы
3. Требования к результату работы
4. Критерии оценивания задания

1. Формулировка задания

Задание Составьте синергетическую модель последствий чрезвычайных ситуаций (рис. 1).

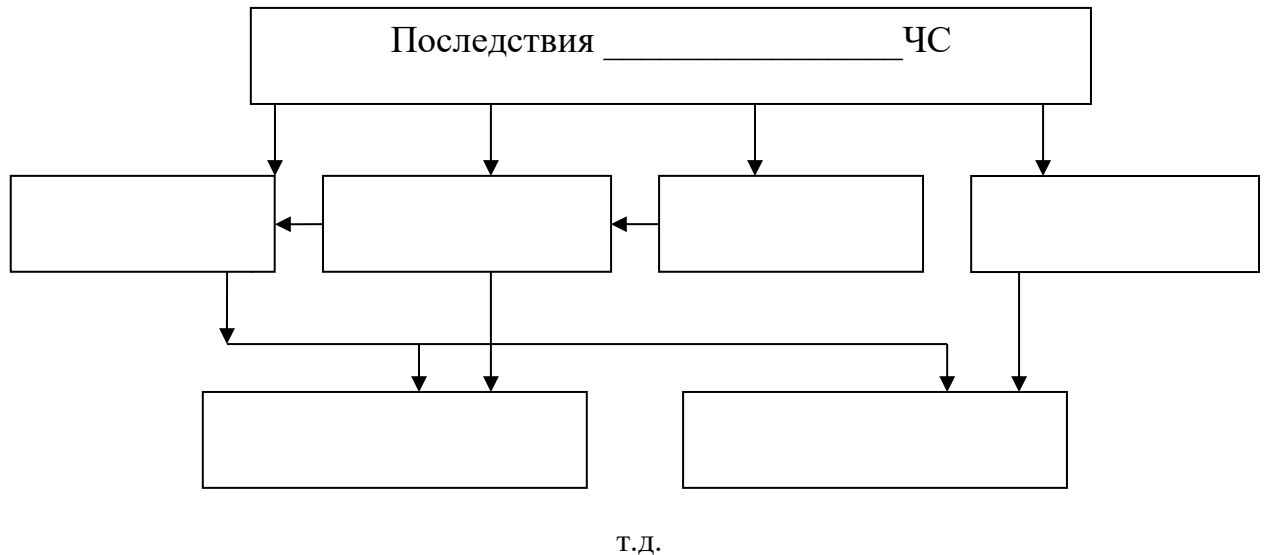


Рисунок 1 – Синергетическая модель последствий ЧС

Виды ЧС, для которых необходимо составить синергетическую модель:

экзогенные природные (по выбору студента),

эндогенные природные (по выбору студента),

космогенно-климатогенные,

гидрологические,

биологические,

ЧС, сопровождающиеся пожаром,

ЧС, сопровождающиеся взрывом,

ЧС, сопровождающиеся выбросом химического вещества

ЧС, сопровождающиеся выбросом радиоактивного вещества

2 Методические рекомендации по выполнению работы

Синергетика представляет собой новую область науки, занимающуюся изучением сложных систем, феномена самоорганизации, различных видов неустойчивости, переходных процессов. Достижения синергетики и прежде всего ее методологический инструментарий могут служить эффективным средством решения современных проблем, способствовать формированию новой парадигмы управления.

Важнейшими понятиями синергетики являются понятия среды, состояния неравновесности, бифуркации, аттрактора (притягатель). В условиях неустойчивости система проходит ряд кризисных состояний с усиливающейся неравновесностью и приближается к точке бифуркации, в которой происходит выбор направления изменения качества системы или доминирующего аттрактора. В районе точки бифуркации идет борьба между организационными и дезорганизационными процессами, система попадает в зоны притяжения того или иного аттрактора, а за точкой бифуркации реализуется линия развития "победившего" аттрактора. Аттрактору отвечают соответствующая структура и установившийся режим функционирования, их можно также рассматривать как потенциальные состояния устойчивого динамического равновесия системы, которые соответствуют ее внутренним тенденциям развития или деградации ("маяки" будущего).

Учет синергетических закономерностей существенно меняет традиционные представления в области управления, согласно которым эффект от управляющего воздействия однозначно и линейно зависит от величины приложенных усилий, т.е. чем больше усилий, тем выше эффект.

Следует иметь в виду следующие положения:

- сложно организованные системы имеют собственные альтернативные траектории развития или деградации. Даже значительное воздействие на систему не дает ожидаемого результата, если оно не отвечает ее внутренним тенденциям изменения;

- в условиях неустойчивости относительно небольшие возмущения могут привести к макроэффектам. Малые резонансные управляющие воздействия, соответствующие собственным тенденциям преобразования организационной системы (прогрессивным или регрессивным), производят мощный эффект;
- закономерности протекания нарастающих лавинообразных процессов определяются действием механизма положительной обратной связи, когда происходит ускоренный рост возникших в системе возмущений (режимы с обострением).

***Сравнение представления
о "классических" и "синергетических" системах***

Признаки	"Классические" системы	"Синергетические" системы
Понятие системы		
Принцип выделения	Аналитический - по функциональному признаку.	Эмпирический – по принадлежности элементов к системе.
Управление	Моноцентрическое – подсистемы управляются из центра, не одинаково жестко на разных уровнях иерархии.	Полицентрическое – относительно автономные системы упорядочиваются в динамическую сеть.
Иерархия	Задана.	Генерируется самой системой.
Термодинамическое состояние	Замкнутые, равновесные (статичное равновесие).	Открытые, не равновесные (динамическое равновесие).
Внутренняя структура элементов системы	Не существенна.	Имеет определенное значение в поведении системы.
Математическое описание	Линейное, нелинейность трактуется как помеха моделированию.	Нелинейные, линейное описание ведет к упрощению системы.
Взаимодействие с внешней средой		
Влияние среды	Среда негативно воздействует на систему.	Среда структурирует систему.
Параметры системы	Заданы извне (внешнее нормирование – термостат).	Генерируются самой системой (самонастройка).

Поведение системы по отношению к среде	При возмущении среды стремится к возврату в равновесное состояние.	Активно изменяет среду, в определенных пределах "манипулирует" средой.
Граничные условия	Произвольные – поведение системы определяется ее "программой".	Характеризуют саму систему, условия ее самосохранения.
Характер развития	Траектория, обратимость.	Процесс, необратимость.
Причинно-следственные отношения	Линейные – причинно-следственные цепочки.	Циклические (циркулярные) – выходной сигнал может быть входным для той же системы.
Время	Абсолютное, единое, однородное.	Системное, относительное.
Понятие порядка	Структура, детерминируемая универсальными законами.	Эмерджентное самосозидание из флуктуаций в ходе самоорганизации.

3. Требования к результату работы

1. На схеме должны быть указаны:
 - вид (виды) ЧС и их последствия в прямоугольниках;
 - стрелками обозначены связи между причинами и последствиями, вдоль стрелок указать процесс, приводящий к последствию.
2. При выполнении задания необходимо указать максимально возможное количество связей.
3. Дополнительно: используя условные обозначения (например, пунктирные линии, штриховку) выделить первичные и вторичные процессы и явления.
4. Схема должна сопровождаться выводами и пояснениями.
5. Результаты работы предоставить в удобной для восприятия коллегами форме.

4. Критерии оценивания работы

Общими критериями оценки результатов внеаудиторной самостоятельной работы студента являются:

1. уровень освоения учебного материала,
2. умение использовать теоретические знания при выполнении практических задач,
3. правильность определения причинно-следственных связей,
4. правильность определения первопричин возникновения ЧС и их последствий.
5. полнота знаний и умений по изучаемой теме, к которой относится данная самостоятельная работа,
6. обоснованность и четкость изложения ответа на поставленный по внеаудиторной самостоятельной работе вопрос,
7. оформление отчетного материала в тетради;
8. самостоятельность, логичность изложения;
9. наличие выводов, сделанных самостоятельно.

Критерии оценивания письменных работ по внеаудиторной самостоятельной работе

Оценка «отлично» ставится за работу, выполненную полностью без ошибок и недочетов.

Оценка «хорошо» ставится за работу, выполненную полностью, но при наличии в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, не более трех недочетов.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент правильно выполнил не менее 2/3 всей работы или допустил не более одной грубой ошибки и двух недочетов, не более одной грубой и одной негрубой ошибки, не более трех негрубых ошибок, одной негрубой ошибки и трех недочетов, при наличии четырех-пяти недочетов.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если число ошибок и недочетов превысило норму для оценки 3 или правильно выполнено менее $\frac{2}{3}$ всей работы.

Виды ошибок

Грубые ошибки

1. Незнание определений основных понятий, правил, основных причин возникновения чрезвычайных ситуаций.
2. Неумение четко сформулировать возможные последствия от ЧС различного генезиса
3. Неумение выделить в ответе главное.

Негрубые ошибки

1. Неточности формулировок, определений, понятий, законов, теорий, вызванные неполнотой охвата основных признаков определяемого понятия, ошибки, вызванные неправильным определением.
2. Небрежное отношение к оформлению работы.

Недочеты

1. Нерациональные записи при вычислениях, нерациональные приемы вычисления, преобразований и решений задач.
2. Отдельные погрешности в формулировке вопроса или ответа.
3. Небрежное выполнение записей. Орфографические и пунктуационные ошибки.

Список рекомендуемой литературы

Основная литература:

1.Чепегин, И. В. Безопасность жизнедеятельности в условиях чрезвычайных ситуаций. Теория и практика [Электронный ресурс] : учебное пособие / И. В. Чепегин, Т. В. Андрияшина. — Электрон, текстовые данные. — Казань : Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2017. — 116 с. — 978-5-7882-2210- 3. — Режим доступа: <http://www.iprbookshoD.ru/79268.html>

Дополнительная литература:

1.Андрианов, Е. А. Ликвидация последствий и защита персонала и населения в ЧС. Практикум [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е. А. Андрианов, А. А. Андрианов. — Электрон, текстовые данные. — Воронеж : Воронежский Государственный Аграрный Университет им. Императора Петра Первого, 2016. — 144 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/72690.html>