

Н.А. Алексеев

СТИХИМИЧЕСКИЕ

**ЯВЛЕНИЯ
В ПРИРОДЕ**

Н.А. Алексеев

СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРИРОДЕ

ПРОЯВЛЕНИЕ,
ЭФФЕКТИВНОСТЬ
ЗАЩИТЫ

5092



Москва «Мысль» 1988



ББК 38.777

А47

РЕДАКЦИОННО-ТВОРЧЕСКАЯ
ГРУППА ЛИТЕРАТУРЫ
ПО ЭКОЛОГИИ

Рецензенты:

доктор технических наук Б. С. МАСЛОВ
кандидат географических наук Б. И. ҚОЧУРОВ

Алексеев Н. А.

А 47 Стихийные явления в природе: проявление, эффективность защиты. — М.: Мысль, 1988. — 254, [2] с.: ил., карт.

ISBN 5-244-00174-4

Книга посвящена защите земель, лесов, объектов народного хозяйства от водной эрозии, наводнений, оползней, селей и лавин. Описаны характерные особенности стихийных явлений, их распространение, методы определения ущерба, который можно предотвратить в результате строительства защитных сооружений, методы оценки эффективности этих конструкций.

А $\frac{1905030000-160}{004(01)-88}$ 126-88

ББК 38.777

ISBN 5-244-00174-4

© Издательство «Мысль». 1988

Введение

Стихийные явления природы — природные явления, проявляющиеся как могущественные разрушительные силы, обычно не подчиняющиеся влиянию человека. К ним относятся, например, тропические циклоны, смерчи, молнии, наводнения, цунами, землетрясения, извержения вулканов, снежные лавины, сели, камнепады, оползни и др.

Коварство стихийных явлений знакомо человечеству тысячелетия. Следы былых разрушений, предания, описания, картины, наскальные рисунки и многое другое напоминают нам о тех катастрофах, которые произошли в мире в результате стихийных явлений.

В книге рассматриваются наводнения, оползни, сели, лавины, водная эрозия. Названные стихийные явления (далее этим термином обозначаются только перечисленные их виды) возникают в природе независимо друг от друга, проявляются во взаимодействии друг с другом, часто возникают под влиянием человека. Независимо от источника зарождения стихийные явления характеризуются значительной мощностью и различной продолжительностью — от нескольких минут (снежные лавины) до нескольких часов (сели), дней (оползни) и месяцев (наводнения).

Несмотря на глубокие различия в существе, все рассматриваемые стихийные явления, возникающие в природе, подчиняются по меньшей мере трем общим закономерностям. Во-первых, для каждого вида может быть установлена специфическая пространственная приуроченность. Во-вторых, определенная повторяемость. В частности, чем больше интенсивность явления, тем реже оно повторяется с той же силой. Наконец, в-третьих, с большей или меньшей надежностью может быть установлена зависимость разрушительного эффекта стихийных бедствий от размаха, продолжительности и интенсивности геологических и гидрометеорологических процессов. Поэтому при всей неожиданности того или иного вида стихийного явления его возможное проявление может быть предсказано.

В результате проведения тщательных изысканий и исследований можно запроектировать и построить защитные сооружения, осуществить мероприятия по предотвращению ущерба земельным ресурсам (здесь и далее под этим термином понимаются только земли сельскохозяйственного назначения) и объектам народного хозяйства.

Стихийные явления во многих случаях возникают во взаимодействии друг с другом, т. е. в парагенетической связи. Цикличность проявления в этом случае, как правило, нарушается: происходят они гораздо чаще, их разрушительная сила увеличивается.

На протяжении нескольких миллионов лет Земля служит средой обитания человека. В отличие от животного, лишь приспособляющегося к окружающей среде в процессе биологической эволюции, человек сознательно и активно изменяет ее для удовлетворения своих потребностей. С развитием человеческого общества от первобытного к современному усиливалось воздействие человека на природу. Однако этот процесс до поры до времени протекал весьма медленно и стихийно. Но постепенно интенсивность воздействия человека на природу возрастает; таким образом, полностью оправдывается пророчество академика В. И. Вернадского (1) о неизбежности наступления такого времени, когда человек сделается основным фактором эволюции биосферы. Ощутимые глобальные качественные изменения в окружающей человека природной среде характерны для XX столетия, и особенно для второй его половины.

В результате научно-технической революции, постоянного развития производительных сил, роста численности населения растет и потребность в естественных ресурсах, а это сопровождается все более активным вовлечением в сферу хозяйственной деятельности ранее не освоенных и слабо освоенных территорий. Так, предгорные и горные регионы, пойменные и заболоченные земли осваиваются в целях добычи полезных ископаемых, более полного использования земельных, лесных, водных, энергетических ресурсов, дальнейшего развития орошения и осушения земель, прокладки инженерных коммуникаций — автомобильных и железных дорог, линий электропередачи и связи, строительства городов и поселков городского типа, спортивно-оздоровительных комплексов, научных

станций и т. д. Воздействие человека на природную среду нередко осуществлялось и осуществляется без достаточных научных обоснований, без учета закона об охране природы, с нарушением технологии строительства инженерных коммуникаций, без возведения специальных сооружений, предназначенных для защиты объектов народного хозяйства от стихийных явлений. Это объясняется потребительским отношением к ресурсам, преследованием ведомственных интересов, желанием получить сиюминутную выгоду, а порой и волюнтаризмом в природопользовании. Все это способствует активизации и усилению стихийных явлений.

Стихийные явления ежегодно наносят ущерб народному хозяйству: транспортным коммуникациям, промышленным, сельскохозяйственным предприятиям, населенным пунктам. Больше всего от этих явлений страдает сельское хозяйство. Защита земель и объектов народного хозяйства от стихийных явлений — общегосударственная задача. В этой связи принят ряд постановлений ЦК КПСС и Совета Министров СССР, а Основными направлениями экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года поставлена задача «повысить эффективность мер по охране природы... Обеспечить рациональное использование земель, защиту их от ветровой и водной эрозии, оползней, подтопления, заболачивания» (2).

Антропогенное влияние на стихийные явления можно уменьшить, если при проектировании новые предприятия, здания, сооружения и коммуникации размещать оптимально, хозяйственную деятельность регулировать на строго научной основе, осуществлять различные виды защитных мероприятий, в первую очередь рационально использовать и расширять площади лесов, которые активно препятствуют возникновению стихийных явлений. Указанные пути различаются как по содержанию, так и по характеру решаемых задач, однако они не исключают, а лишь дополняют друг друга.

В настоящее время созданы надежные конструкции для защиты земель и объектов народного хозяйства от стихийных явлений. Однако они не находят достаточно широкого применения на практике. Это объясняется, во-первых, чрезмерно высокой стоимо-

стью инженерных защитных сооружений; во-вторых, тем, что количество продукции, выращиваемой на сельскохозяйственных угодьях и выпускаемой на промышленных предприятиях, от строительства защитных сооружений, как правило, существенно не прибавляется. Эффективность защитных мероприятий выражается прежде всего в предотвращении ущерба сельскому хозяйству и промышленности. В-третьих, методы определения ущерба от стихийных явлений и методика определения эффективности от строительства защитных сооружений еще недостаточно разработаны. В Постановлении Верховного Совета СССР, принятом на Третьей сессии одиннадцатого созыва (1985 г.), говорится о необходимости «принять меры к ускорению разработки совершенных методов определения экономической эффективности природоохранных мероприятий и ущерба от загрязнения окружающей среды» (3).

В данной работе рассмотрены вопросы взаимодействия стихийных явлений в природной среде, антропогенного воздействия на них на современном этапе научно-технической революции, дано описание типов и конструкций защитных сооружений, отечественного опыта защиты земель и объектов народного хозяйства, изложены методы оценки возможных ущербов от стихийных явлений и экономической эффективности от строительства защитных сооружений.

Инженерные вопросы рассматриваются только с точки зрения экономической эффективности. В этой связи автор и не ставил задачу разрешить проблему инженерных расчетов (статических, динамических, гидравлических, гидротехнических и др.) и проблему конструирования. В то же время в целях экономического обоснования защитных мероприятий автор был вынужден освещать и некоторые технические вопросы.

Автор выражает благодарность доктору технических наук Б. С. Маслову, кандидату географических наук Б. И. Кочурову за те замечания и предложения, которые были высказаны ими при рецензировании, а также доктору сельскохозяйственных наук И. А. Алексееву, кандидату технических наук В. А. Овчинникову, кандидату географических наук Т. Б. Минаковой за советы и помощь при подготовке книги.

Эрозия (лат. *erosio* — разъедание) — процесс разрушения горных пород и почв водным потоком. Водная эрозия почв проявляется на склонах, где стекает дождевая или талая вода; подразделяется на плоскостную (сравнительно равномерный смыв почвы), струйчатую (образование неглубоких промоин) и глубинную (размыв потоками воды почв и горных пород) (БСЭ. 3 изд. Т. 30).

Наводнение — это значительное затопление местности в результате подъема уровня воды в реке, озере или море, вызываемого различными причинами (БСЭ. 3 изд. Т. 17).

Оползень — скользящее смещение горных пород вниз по склону под влиянием силы тяжести. Оползни возникают на каком-нибудь участке склона или откоса вследствие нарушения равновесия пород, вызванного: увеличением крутизны склона в результате подмыва водой; ослаблением прочности пород при выветривании или переувлажнении осадками и подземными водами; воздействием сейсмических толчков; хозяйственной деятельностью, проводимой без учета геологических условий местности (БСЭ. 3 изд. Т. 18).

Сель (от араб. «сайль» — бурный горный поток) — внезапно возникающий в руслах горных рек временный поток, характеризующийся резким подъемом уровня и высоким содержанием продуктов разрушения горных пород. Сели образуются в результате продолжительных ливней, бурного таяния ледников и снегов, обрушения в русло больших количеств рыхло-обломочного материала. В отличие от обычных потоков сели движутся, как правило, не непрерывно, а отдельными валами со скоростью до 10 м/с и более (БСЭ. 3 изд. Т. 23).

Лавина (от позднелат. *labina* — оползень) — снежный обвал, массы снега на горных склонах, пришедшие в движение, скользящие и низвергающиеся. Возникновение лавин возможно во всех горных районах, где устанавливается устойчивый снежный покров.

Лавины движутся со средней скоростью 20—30 м/с (БСЭ. 3 изд. Т. 14).

Каждое стихийное явление представляет собой естественный процесс и может проявить себя независимо от других в определенной цикличности или спорадически после накопления необходимой для этого суммы факторов.

Изучение большого количества оползней показывает, что временные интервалы между циклами оползней, будучи в общем близкими, все-таки разнятся иногда на несколько лет (6). Для различных по мощности оползней продолжительность интервалов между ними может существенно отличаться. При этом замечено (13), что она возрастает во времени с увеличением мощности оползневых накоплений и прочности пород. В любой момент времени на склонах непрерывно совершаются процессы выветривания, сопровождающиеся уменьшением прочности пород, а в некоторых случаях и процессы их упрочения. При преобладании одного из процессов происходит либо подготовка оползневой подвижки (на активных оползневых склонах), либо упрочение и стабилизация пород. Оползнию предшествует подготовка пород к подвижке: образование трещин, расклинивание их и формирование зон дробления со сниженной прочностью. Время, необходимое для этой подготовки, с учетом времени на релаксацию напряжений от предыдущей подвижки, называется средней продолжительностью межоползневого интервала. Например (26), в зависимости от геологического процесса стадия предварительной подготовки может продолжаться от 30—40 лет (в аллювиальных отложениях) до многих сотен (в глинах оксфордского яруса) и тысяч лет (в глинах и аргиллитах татарского яруса пермской системы) и лишь в ледниковых песчано-глинистых отложениях и глинах хвалынского яруса четвертичного периода продолжается от года до десяти лет. В этот интервал времени происходит накопление условий, ведущих к изменению устойчивости пород склона. Чем продолжительнее период между проявлением внешних признаков смещения горных масс, тем более интенсивный оползень следует ожидать. Таким образом, оползневые явления развиваются в определенных природных условиях, и их распределение по территории района строго подчиняется определенным

закономерностям. Например, подготовка горных пород к оползням 1969 г. в Таджикистане продолжалась не один десяток лет, и произошли они под воздействием значительного переувлажнения пород атмосферными осадками (16). Примером тому могут служить оползни у поселков Ялдомыч, Гарм, Таджикибад и Большжуан в Таджикистане. Следует также отметить, что за период наблюдений в республике из 3,5 тыс. зафиксированных оползневых смещений в Таджикистане 95% приходится на 1969 г.

Селевые потоки, как всякое стихийное явление, надолго оставляют память о себе. В действительности же число случаев прохождения селевых потоков в одном и том же русле невелико, так как для образования селя одних интенсивных осадков недостаточно, необходима еще горная масса, которую можно было бы вовлечь в поток воды. Горная масса для селей образуется из продуктов разрушения горных пород. На ее образование в зависимости от пород, слагающих склоны, уходит от 5—6 до 20—25 лет (9, 28, 38, 41). Грязекаменные потоки проходят значительно реже, мелкие и наносовидные — несколько чаще. Например, в зоне БАМа в результате дендрохронологических исследований установлено, что крупные селевые потоки проходят один раз в 20 лет, наносовидные — один раз в 3—5 лет, для малых водосборов — один раз в 4—8 лет, для водосборов с выработанным руслом — один раз в 10—20 лет (29).

Сели сходят и на плато Путорана, расположенном в субарктическом поясе с отрицательной среднегодовой температурой воздуха. Господствующий тип селей — водоснежные потоки; слабее развиты водокаменные потоки. Результаты дендрохронологического анализа позволили сделать следующие выводы: межселевой интервал водоснежных потоков колеблется от 1 до 11 лет, для водокаменных — от 1 до 18 лет. Средние показатели повторяемости равны соответственно 4 и 6 годам (30).

Дендрохронологические исследования, проведенные в бассейне р. Чемолган в Казахстане, показали, что максимальный межселевой период за последние 230 лет составил 59 лет, минимальный — 6 лет. Селевая деятельность значительно активизировалась начиная с 1858 г., и при этом через каждые 6—9 лет в бассейне Чемолгана формировались селевые потоки

различной мощности. Ослабление селевой деятельности в этом бассейне за последние 27—30 лет можно объяснить «старением» селевого очага, уменьшением продольных его уклонов, изменением климатических условий в сторону уменьшения количества выпадающих осадков, их интенсивности, величины слоя осадков за один дождь (36).

Малые и средние наводнения повторяются почти ежегодно, высокие наводнения, сопровождающиеся значительными затоплениями, происходят один раз в 20—25 лет; выдающиеся наводнения повторяются примерно один раз в 50—100 лет, катастрофические — не чаще одного раза в 100—200 лет или еще реже (10, 20).

Для схода снежных лавин необходимы снежная масса и благоприятные климатические условия. В этой связи возможен сход систематических и спорадических лавин. Спорадические лавины могут сходить через 100 и даже 200 лет, а систематические — чаще. Однако и при этом наблюдается определенная цикличность схода лавин. Например, на Алтае мощные лавины сходят через 10—15 лет, средней мощности — через 3—5 лет, слабые — через 2—3 года (31).

В природе, однако, чаще можно наблюдать действие одного вида стихийного явления под влиянием другого. Для схода снежных лавин обязательно необходимо воздействие какого-либо внешнего фактора. В районах Средней Азии, Закавказья, Северного Кавказа, Крыма и Карпат одним из главных факторов образования снежных лавин является снегопад с интенсивностью в 10 мм (в пересчете на слой осадков) в сутки и более. Например, зимой 1970/71 г. в горных районах Грузии были накоплены значительные запасы снега, только в период с 7 до 13 февраля выпало от 20 до 251 мм, а в юго-западной части — до 350 мм. Начался массовый сход лавин. Нижняя граница распространения лавин достигла в ту зиму высоты 500 м. Лавинной деятельностью были охвачены территории, на которых за последние 80—110 лет лавины не сходили (17). Заметим, что исторические сведения и результаты проведенных исследований показывают следующее: во многих районах Грузии верхняя граница леса доходила до высоты 2800 м. Под воздействием различных причин, в том числе и под влиянием лавин, верхняя граница леса значительно

снизилась и в настоящее время не поднимается выше 2400 м над уровнем моря. Это увеличивает площадь лавиноопасных склонов и разрушительную мощь лавин (17). Муссонный климат, для которого характерны интенсивные снегопады зимой, является одной из главных причин схода частых лавин на Сахалине (14). А в суровых климатических условиях Хибин около 80% лавин связано с метелевым переносом снега (33).

В месяцы холодного сезона южные склоны гор получают в 2—4 раза больше тепла по сравнению с северными. Солнечное тепло оплавляет кристаллы снега. Чем интенсивнее солнечная радиация, тем слабее прочность снега, а это способствует образованию лавин. Кроме того, в литературе (33) отмечаются еще следующие метеорологические факторы, способствующие сходу снежных лавин:

— снегопады с метелями, образующие слой свежевыпавшего снега мощностью более 3 см (сумма осадков — более 3 мм);

— дождь, выпавший на поверхность снега;

— изменение температуры воздуха в ту или иную сторону на два градуса в период снегопада.

Чтобы дать представление о количестве сошедших лавин различных типов, ниже приведены данные за 1960—1974 гг. в среднегорном поясе Заилийского и Джунгарского Алатау в Казахстане (33) (табл. 1.1).

Наблюдения также показывают, если снежный покров находится в состоянии, близком к предельному равновесию, достаточно землетрясения силой 5—6 баллов, чтобы вызвать снежные лавины на склонах крутизной 45° и более. Такие лавины называются сейсмическими. 25 марта 1978 г., когда в Юго-Восточном Казахстане произошло землетрясение интенсивностью 7—8 баллов, сейсмические лавины были отмечены в хребтах Заилийского Алатау, Терскёй Ала-Тоо и Когмель. В эпицентре землетрясения лавины сошли практически со всех заснеженных склонов на территории почти 300 км² (1).

В свою очередь лавины способствуют образованию селевых потоков, оползней, горных обвалов, водной эрозии и наводнений.

Однако и сами лавины в некоторых случаях переходят в селевые потоки. Лавина, пройдя по вертикали более 500 м, сошла в русло ручья Чатыг-Хем в

Таблица 1.1

Типы лавин	Количество лавин за период наблюдений	Среднее количество лавин за год, % от общего количества	Наибольшее количество лавин данного типа за год, %
Возникшие в результате:			
снегопадов	<u>1003</u>	<u>64</u>	<u>89</u>
температурных изменений	<u>147</u>	<u>56</u>	<u>44</u>
инсоляции (гляциальные)	<u>5</u>	<u>0,3</u>	<u>3</u>
быстрого таяния снегов из-за вторжения теплых масс воздуха	<u>168</u>	<u>11</u>	<u>77</u>
выпадения дождя на снежный покров	<u>4</u>	<u>2</u>	<u>4</u>
	<u>279</u>	<u>18</u>	<u>31</u>
	<u>93</u>	<u>35</u>	<u>100</u>
	<u>112</u>	<u>7</u>	<u>44</u>
	<u>24</u>	<u>8</u>	<u>59</u>
Итого . . .	<u>1567</u>	<u>100</u>	<u>—</u>
	<u>270</u>	<u>100</u>	<u>—</u>

Примечание. В числителе данные по Запильскому Алатау; в знаменателе — Джунгарскому Алатау.

Восточных Саянах. Ширина конуса выброса составила при этом 100—110 м. В результате ручей был перекрыт снежно-каменной плотиной, образовался водоем, который переполнился, вода размыла плотину и хлынула вниз. Таким образом, сформировался водокаменный селевой поток (15).

В большинстве же случаев лавины играют значительную роль в подготовке и формировании селевых потоков. Дело в том, что лавины захватывают обломочный материал лавиносбора, подготовленный процессами выветривания, эрозии, тектонических разломов, нарушают сплошность, сдирая в каналах стока почвенно-растительный покров, откладывают все это на дне ущелья селеносных балок, ручьев и рек и образуют так называемые лавинные конусы. В хребте Терскёй Ала-Тоо, например, каждая лавина объемом 30—40 тыс. м³ выносит в среднем около 2 тыс. т рыхлообломочного материала, который затем участвует в питании селевых потоков (28). Результаты специ-

альных исследований, проведенных в Заилийском Алатау, показывают, что суммарный сток главных рек хребта в годы массового схода лавин значительно увеличивается. При этом замечено, что доля снежнково-лавинного стока в общем паводковом расходе увеличивается в многоснежные годы и уменьшается в малоснежные. Тем не менее ряд специалистов, занимающихся проблемой лавин (1, 33, 35), склонны считать, что лавины не способны вызывать наводнения на реках. Однако собранный рядом авторов материал свидетельствует о периодическом возникновении на реках высоких прорывных наводнений лавинного происхождения (11). В подтверждение сказанного ниже приведено несколько примеров наводнений лавинного происхождения, возникших на двух крупных реках Памира — Бартанге и Язгулене. За многолетний период наблюдений на гидрологических постах этих рек уровень прорывных паводков превысил уровень летнего половодья. На Бартанге 24 января 1969 г. в двух километрах ниже летовки Уеднив (Зарджив) в 65 км от устья образовалась лавинная запруда, которая удерживала сток реки в течение четырех часов. Образовался подпруженный водоем длиной около 1,5 км, глубиной до 10 м и объемом около 1 млн м³. После прорыва водоема по Бартангу наблюдался водяной вал с большим содержанием снежных комьев. Высота вала составляла 5—6 м на небольшом расстоянии от запруды и 2,5—3 м в 35 км ниже. На Язгулене в 45—47 км выше устья в 2 часа 29 января 1969 г. вблизи урочища Бугуз образовалась снежная запруда. Сток реки удерживался с 24 по 29 января. Образовался временный водоем объемом 4 млн м³. Высота прорывной волны в устье реки составила 5 м. Аналогичные явления наблюдались неоднократно на р. Муксу. Сведения о прорывных паводках лавинного происхождения немногочисленны. Объясняется это, по-видимому, не столько редкой их повторяемостью, сколько почти полным отсутствием наблюдений в высокогорных районах. Фактическая повторяемость прорывных паводков должна быть больше. Предпосылками для этого являются высокая лавинная активность, с одной стороны, и широкое распространение узких речных долин в большинстве районов Таджикистана — с другой. Наиболее вероятно возникновение прорывных паводков в периоды особенно высокой лавин-

ной активности, которые повторяются примерно один раз в 25 лет.

Лавины, нарушая сплошность почвенно-растительного покрова и уничтожая большие массивы селеохранного леса, стимулируют развитие процессов водной эрозии на склонах и повышают вероятность повторного селеобразования.

В образовании селевых потоков кроме снежных лавин активное участие принимают осадки, интенсивное таяние снега в горах, ледники, оползни, водная эрозия, горные обвалы, осыпи, физическое выветривание, землетрясения, тектонические движения, вулканическая деятельность.

Лавины, снега, ледники и воды высокогорных озер являются водными составляющими селевых потоков, а остальные перечисленные стихийные явления—водная эрозия, оползни, горные обвалы, камнепады, осыпи—способствуют активному накоплению твердых материалов. Так, из 3500 случаев, по которым установлена причина селеобразования в Средней Азии, на долю ливневых селей приходится 84%. Остальная часть селевых потоков сформировалась в результате интенсивного снеготаяния—1,7%, сочетания дождя и снеготаяния—8,2, таяния ледников, прорыва моренных и завальных озер—2,9, причины не установлены—3,2% (36). В августе 1970 г. в северной части Армении выпали дожди, близкие по количеству к осадкам однопроцентной обеспеченности (повторяемостью один раз в сто лет), с интенсивностью около 2 мм в минуту.

В результате по р. Дзорагет (приток Памбак-Дебед) прошли катастрофические селевые потоки, которые причинили ущерб городу Алаверди и некоторым селениям Туманянского и Гугартского районов. Были затоплены и занесены шоссейная дорога на участке Кировакан—Алаверди и железная дорога на участке Ахпат—Санин (30). Развитие линейной эрозии в Армянской ССР привело к образованию новых активных очагов формирования поверхностного стока и селевых потоков. Кроме того, как показывает изучение геологических процессов в Восточной Сибири, высокая сейсмичность неизбежно сказывается на процессе формирования твердой фазы потоков вследствие сейсмических обвалов, осыпей, оползней. При сильном увлажнении склоновых отложений дождевыми и талыми

водами для начала движения селевого потока достаточно землетрясения порядка 4—5 баллов (38).

Например (34), район хребтов Сарыджаз и Терскёй Ала-Тоо расположен в девятибалльной сейсмической зоне. Теоретически землетрясения такой силы могут случаться здесь один раз в 1—2 тыс. лет. Пятибалльные же землетрясения, способные существенно активизировать гравитационные процессы в горах, повторяются в среднем каждые 10 лет, и при этом возможны обвалы, оползни от небольших подвижек до мощных нагромождений оползневых масс, охватывающих площадь 30—50 га.

Причиной возникновения селевых потоков могут быть и непосредственно сейсмические явления. Так, например, пострадал от селя в 1910 г. город Верный (Алма-Ата): сель обрушился в результате прорыва горного озера во время землетрясения (39). Подобное неоднократно наблюдалось в горах Заилийского Алатау (29). Сильное землетрясение, происшедшее в Перу в конце мая 1970 г., явилось причиной возникновения нескольких гляциальных селей, в результате чего был полностью уничтожен поселок Ренарика.

Прорыв горных озер и образование селевых потоков могут произойти и без сейсмогенных факторов. В Заилийском Алатау насчитывается более 100 больших и малых высокогорных озер (29, 39). Прорыв одного такого озера может привести к образованию мощных селевых потоков. В безоблачный жаркий день 15 июля 1973 г. прорыв моренного озера Туюксу в верховьях Малой Алмаатинки вызвал грязекаменный поток огромной разрушительной силы. Это был 15-метровый вал, двигавшийся со скоростью более 10 м/с. Максимальный расход воды достигал 5200 м³/с. Поток легко нес пятиметровые валуны весом до 300 т и превратил долину реки в глубокий каньон, но город Алма-Ата был надежно защищен 110-метровой плотинной с селехранилищем емкостью 6,2 млн м³. Это уникальное сооружение выдержало мощный натиск селя. Общий объем задержанной селевой массы составил 5,5 млн м³, из них 4 млн м³ наносов и 1,5 млн м³ воды. В августе 1977 г. прорвало моренное озеро в верховьях Кумбельсу. Селевой поток, пройдя по Большой Алмаатинке, заполнил живописную горную долину грязью, валунами и нанес народному хозяйству огромный ущерб (39).

Ледники нередко служат источником образования селевых потоков. Например, в июне 1967 г. в бассейне Ванча, в семи километрах выше кишлака Паймазор, образовался большой ледниковый селевой поток в результате обвала конца ледника Равак (40). Глыбы льда завалили узкое ущелье р. Равак, скопившаяся вода прорвала этот завал, масса льда, снега, каменных глыб, жидкой грязи устремилась в долину Ванча, которая была полностью перекрыта образовавшейся плотиной длиной около 1 км и высотой 4—7 м. Вода быстро размывла плотину, но благодаря широкой долине реки разрушения, причиненные волной прорыва, были невелики.

Главной причиной образования селей на Северном Кавказе являются ливневые осадки. Например, 90% селей в Дагестане возникли в результате ливневых дождей с суточным максимумом 50—100 мм (12). Однако и здесь можно наблюдать ледниковые сели. Например, в августе 1832 г. мощный селевой поток, прошедший в долине р. Кобахи у подножия Казбека, вынес в Дарьяльское ущелье огромную массу льда, снега и камней, образовав в р. Терек завал длиной 2 км и объемом 16 млн м³. Сель вызвал подъем уровня воды в реке на 100 м. При этом была завалена Военно-Грузинская дорога, в результате движение было приостановлено на два года (37).

Оползни обычно поставляют в селевой поток твердую составляющую, а если подпруживают реку, то могут влиять и на образование жидкой составляющей селя. Участие оползней в формировании селей отмечено, например (9), в овраге Стевлухар бассейна р. Ускут в Юго-Восточном Крыму. Оползень объемом 200 тыс. м³ образовался здесь в породах таврической серии на правом склоне оврага крутизной 20—30°. Язык оползня периодически размывается потоком, что приводит к подвижкам, которые завершаются смещением оползня и подпруживанием водотока. В дальнейшем в результате прорыва плотины и потока вод временного озера формируется сель. Селевые потоки наблюдались в этом овраге довольно часто: они были в 1948, 1955, 1956, 1968, 1972 гг. В Карпатах оползни более существенно влияют на формирование селевых потоков, чем в Крыму. Это связано с сосредоточением оползней Крыма в узкой прибрежной полосе и гораздо более редким их развитием в верхней и средней

части водотоков, где в основном и формируются сели. В Карпатах же разнотипные оползни распространены на всей водосборной площади. Например, значительные селевые потоки сформировались в среднем течении ручья Мозирный в бассейне р. Белой Черемоши. Долина этого ручья сложена нижнемеловыми флишевыми отложениями буркутской свиты, представленной песчаниками, алевролитами и аргиллитами. На ее правом склоне ожил древний оползень и полностью перекрыл долину ручья на участке длиной 100—120 м. Сформировалось озеро, которое неоднократно прорывалось с образованием селей. В частности, в 1954 г. ширина потока достигла 37 м при высоте валов до 1,9 м. Скорость течения составила 2—3 м/с, максимальный расход достигал 133 м³/с. Сель продолжался около полутора часов, его суммарный объем был равен 610 тыс. м³. Через 10 лет сель повторился вновь, однако был он менее интенсивен (9).

В горных районах Средней Азии, в местах развития мощного лёссового покрова, нередко формируются сели оползневого генезиса. Образование их связано либо с мелкими оползнями, оплывинами и поверхностными сплывами, либо с крупными оползнями-потоками. Типичным примером образования селевого потока является оползень у села Ялдомыч в Таджикистане в 1969 г., где на крутом склоне в лёссовидных суглинках сформировался оползень-поток объемом около 360 тыс. м³, который на небольшое время перекрыл русло реки и после прорыва образовавшейся плотины превратился в грязевой поток (9). Поток имел пульсационно-поступательный характер на всем транзитном пути протяженностью до 3 км. Им переносились глыбы скальных пород без перекатывания. Общий объем селевой массы — около 400 тыс. м³. Поэтому не случайно в литературе отмечается, что многие оползневые явления не опасны в отдельности, но в сочетании с другими экзогенными процессами могут создать очень сложную обстановку. Они нередко обуславливают возникновение мощных селевых потоков, служат очагами для оврагообразования.

Интенсивное осыпание выветрелых пород и обрушение глыб и блоков в русло рек приводит к формированию водно-щебнистых и водно-глыбовых несвязных селей. Так происходил сель в малом водосборе в окрестностях с. Баштановки в предгорном Крыму (9).



Большая часть водосбора здесь сложена меловым мергелем, и только верхнюю часть венчают пласты пологопадающих известняков. Склоны водосбора покрыты обломками мергеля, которые постоянно, даже в отсутствие увлажнения, скатываются, накапливаются в русле. Этот источник твердой составляющей периодически захватывается потоком, который быстро превращается в водно-щебнистый селя. Проведенные наблюдения показали, что накопление в русле реки рыхлообломочного материала, достаточного для образования селя, происходит через 4—5 лет.

Примером формирования селей в результате катастрофических обвалов может служить Хаитский селевой поток в Гармском районе Таджикской ССР (8, 25). В результате землетрясения силой 9—10 баллов 10 июля 1949 г. в этом районе получили большое развитие обвальные и оползневые процессы на склонах хребта Тахти, после чего образовались земляные лавины и селевые потоки семидесятиметровой толщины, со скоростью 30 м/с пронесшиеся по ущелью. Каменная лавина промчалась через поселок Хаит, похоронив его, пересекла пойму р. Яхрыч и выплеснулась на правый борт долины, растекаясь тремя языками. Обвальные массы покрыли площадь 10,7 км², в том числе в долине р. Яхрыч—7 км². Скорость движения каменной лавины определилась в 25—30 м/с, объем обвала, по подсчетам разных исследователей, составил от 380 до 500 млн м³. Общая площадь разрушительных сейсмогравитационных и селевых явлений составила 1500 км². Объем селевого потока составил 145 млн м³. При этом основные катастрофы были вызваны не землетрясением, а оползнями, обвалами, земляными лавинами и селями.

В результате нарушения древесного и травянистого покрова в процессе прохождения селя сокращается водопоглощающая способность почвогрунтов, резко увеличивается поверхностный сток на горных склонах и развивается как плоскостной смыв, так и линейная эрозия, продукты смыва и размыва откладываются в логах, балках и ручьях, где при резком увеличении поверхностного стока образуется селевой поток.

На Камчатке в теплое время года со склонов вулканов сходит снег, максимально обнажая сыпучие, рыхлые продукты извержения, представляющие среду, благоприятную для образования селей. Сели в усло-

виях климата Камчатки возникают главным образом в результате бурного таяния снегов, которые выпадают в регионе в большом количестве во время извержения вулканов. Например, в результате извержения в 1956 г. вулкана Безымянного (Ключевская группа) возник грандиозный грязевой поток (7). При этом вода, насыщенная вулканическим пеплом, шлаком, лапиллями, обломками и глыбами лавин, которые достигали нескольких метров в поперечнике, скатывались либо по долинам сухих рек, либо (в виде нерусловых потоков) по склонам вулкана. Этот поток прошел по р. Сухая Хапица почти 90 км, на протяжении около 15 км сформировались обширные поля селевых отложений мощностью до 20 м. Отдельные глыбы превышали 2,5 м. Общий объем перемещенной и отложенной потоком селевой массы по предварительным, самым скромным, подсчетам составил 500 млн м³. Грязевой поток уничтожил несколько десятков телеграфных столбов, а деревья были скошены, как трава.

На процесс формирования твердой составляющей селей значительное влияние оказывает степень закарстованности отдельных водосборов. Карстующиеся породы влияют не только на накопление рыхлообломочного материала в очагах, но и на процесс почвообразования и перераспределения поверхностного и подземного стока, что в ряде случаев является главным при формировании твердой составляющей селей. С увеличением континентальности климата при благоприятных геолого-литологических условиях ускоряется процесс разрушения горных пород, продукт которых является основой селеобразования (38).

В формировании жидкой фазы селевых потоков исключительная роль принадлежит сезонной и многолетней мерзлоте. Оттаявший слой сезонной мерзлоты при насыщении влагой теряет сопротивляемость к эрозионным процессам. В связи с этим многочисленные склоновые временные водные потоки, возникающие при ливнях, легко размывают оттаявший слой, превращаясь в грязекаменный сель. Однако даже при небольших атмосферных осадках только лишь в результате таяния снегов на контакте мерзлого и оттаявшего грунтов образуется поток грунтовых вод, который способствует смещению рыхлых образований вниз по склону (15).

Селевые потоки в свою очередь принимают активное участие в образовании и усилении таких стихийных явлений, как водная эрозия, оползни, наводнения. Например, в результате частых прохождений селевых потоков значительная часть земель Масринской равнины у арегунийского побережья оз. Севан в Армении превратилась в овраги, рытвины, промоины и каменистые россыпи (42).

Озеро Иссык возникло несколько тысячелетий назад вследствие грандиозного оползня скальных пород правобережного склона р. Иссык. Образовавшийся завал высотой около 300 м задержал за годы своего существования около 80 млн м³ селевых и озерных отложений. Объем озера составлял 17—18 млн м³, площадь зеркала — 90 га, глубина — до 50 м. Сель, образовавшийся 7 июля 1963 г. в Зайлийском Алатау в результате таяния горных снегов и выпадения ливневого дождя, вынес в озеро около 1,5 млн м³ селевой массы и поднял его уровень на 1,5 м. Вода перелилась через гребень завальной плотины, быстро размыв низовой откос и прорвала плотину. Весь объем озера был сброшен в русла горных рек. Наводнение опустошило нижерасположенную горную долину, разрушило ряд предприятий и 175 жилых домов в г. Иссык (29). При прорыве озера была уничтожена естественная преграда, созданная из наносов жерсайских селей; возникла возможность вовлечения в селевой поток матернала завала, ранее накопленных селевых отложений.

В результате отложения грязекаменных наносов селевых потоков меняется сложившееся равновесие горных и предгорных склонов и нередко наблюдаются при этом оползневые подвижки. Такие явления наблюдались в Узбекистане и Таджикистане.

В процессе прохождения селевого потока по руслу ручья, лога, балки происходит размыв их дна и бортов, нарушается растительный покров на бортах и создается, таким образом, база для плоскостного смыва и линейной эрозии. Развивается водная эрозия и на самих конусах выноса селевых потоков.

Кроме селевых потоков и снежных лавин в активизации и усилении оползней существенную роль играют ливневые осадки, интенсивное таяние снегов в горах, подземные воды, землетрясения, водная эрозия, наводнения, приливы и штормы.

Среди главных агентов, вызывающих оползневые процессы, следует упомянуть о воде, которая в том или ином виде прямо или косвенно участвует в физико-географических процессах (18).

Таблица 1.2

Агенты	Процессы					
	Обводнение	Суффозия	Перегрузка	Подсечка	Выветривание и рыхление	Толчки и сотрясения
Вода: атмосферная	0	0	0	+	+	
подземная	0	0	0	0	0	
водотоков и водоемов	0	0	0	0	0	0
Прочие: температура	+	+	+	+	0	
растительность	+	+	+	+	0	
сейсмичность	+	+	0	0	0	0

Примечание. 0 вызывает процесс; + способствует протеканию процесса.

В результате действия подземных вод происходит снижение прочности массивных пород, особенно по контактам, в трещинах тектонических, трещинах выветривания и слоистости, в зонах перемятия и разуплотнения, где часто имеются скопления глинистого материала. Для разного типа оползней наибольшее гидростатическое и гидродинамическое давление создают напорные воды, которые залегают под менее проницаемыми породами, предрасположенными к смещению. Эти воды оказывают на них взвешивающее давление, особенно в основании склона. Примером в этом отношении являются многочисленные оползни огромных объемов в бортах долины р. Ангрэн в Узбекистане (19).

В Молдавии в годы, когда с сентября по март выпадает 1,2—1,5 среднегодовой нормы осадков, весной всегда наблюдается активизация оползней (23). Влияние атмосферных осадков, подземных вод и поверхностных водотоков на оползневые смещения в Среднеазиатском регионе видно из табл. 1.3.

Интенсивность образования оползней в зависимости от количества выпавших осадков — на рис. 1 (22).

Оползни-потоки образуются в лёссовых породах, которые относятся к группе структурно-неустойчивых

Таблица 1.3

Факторы, способствующие оползневым смещениям	Количество оползневых смещений по годам								Всего
	1962	1963	1964	1965	1966	1967	1968	1969	
Общее количество смещений	12	37	111	43	86	63	89	432 ¹	873
В том числе за счет:									
атмосферных осадков	7	25	60	30	53	41	68	236	520
подземных вод	4	12	27	10	14	20	14	117	218
атмосферных осадков и подземных вод	1	—	21	3	5	2	2	71	105
поверхностных водотоков	—	—	3	—	14	—	5	8	30

¹ Судя по всему, данные за 1969 г. неполные, так как в том году только в Таджикской ССР было зафиксировано более 3500 оползневых смещений.

пород, способных при интенсивном увлажнении и определенном напряженном состоянии уменьшать свою прочность и разрушаться; это вызывает просадку пород и последующие их горизонтальные смещения. Крупные оползни-потоки чаще всего формируются в верховьях саев и приурочены к участкам, где лёссовые породы перекрывают углубления, или эрозионные врезы, в коренных породах — желоба, которые служат как бы продолжением русел саев вверх. Основное количество оползней-потоков наблюдается в годы с большим количеством атмосферных осадков, когда уровень грунтовых вод повышается в 2—3 раза. Это повышение происходит с запаздыванием на 1—2 месяца после выпадения основного количества осадков (21, 22).

Наблюдения, проведенные в Молдавской ССР, показали, что в результате развития овражной эрозии вскрываются водоносные горизонты и начинается процесс оползней (24). При определенном сочетании условий, в частности при сильном увлажнении склоновых отложений дождевыми и талыми водами, оползневые смещения могут начаться при сравнительно слабых землетрясениях — порядка 4—5 баллов. Аналогичное явление наблюдалось в Молдавской ССР в 1941, аномальном году, когда пострадали дома многих

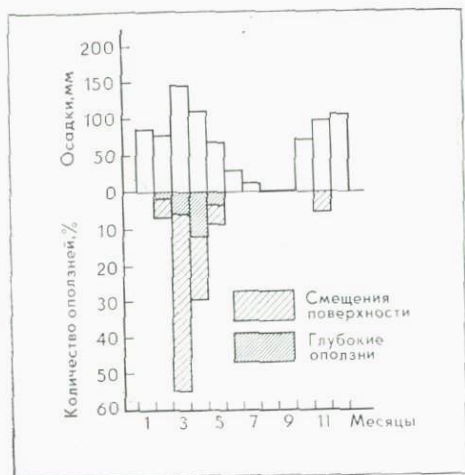


Рис. 1. Зависимость интенсивности образования оползней от количества выпавших осадков (по Р. А. Ниязову)

населенных пунктов (27). Оползневые массы в районе селений Файзабад, Гарм и Хаит (Таджикистан) сместились в разное время в результате сейсмических воздействий силой 7—9 баллов (16).

Оползни служат также очагами водной эрозии, горных обвалов и наводнений. Усиление водной эрозии после оползневых смещений неоднократно наблюдалось в Молдавии в районах, где образовались трещины и был уничтожен растительный покров.

Характерным и повсеместно распространенным парагенетическим комплексом является эрозионно-оползневый процесс. При этом имеется в виду овражная эрозия временных водотоков и русловая — постоянных водотоков. Ранее приводился пример о том, что в пределах Горного Крыма более половины действующих оползней вызывается эрозией. Подавляющее большинство оползневых процессов европейской территории СССР вызвано развитием овражной и русловой эрозии. В качестве примера на рис. 2 (26) показана зависимость величины оползневых деформаций от активизации русловой эрозии. Имеет место, как указывалось выше, и обратная связь. Например, в долине р. Караункура вдоль ее русла узкой полосой

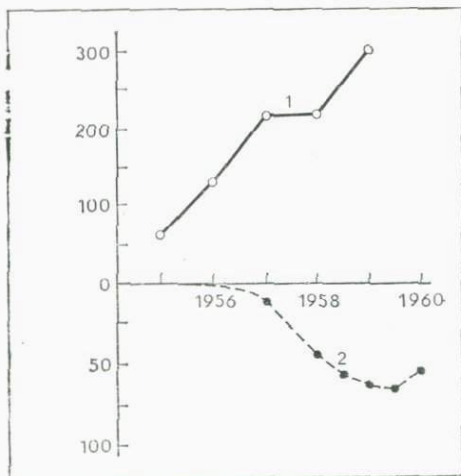


Рис. 2. Зависимость оползневых смещений от эрозии на Москве-реке в районе Ленинских гор (по В. В. Кюнтцелю)
 1 — размыв, в см; 2 — горизонтальное смещение, в см

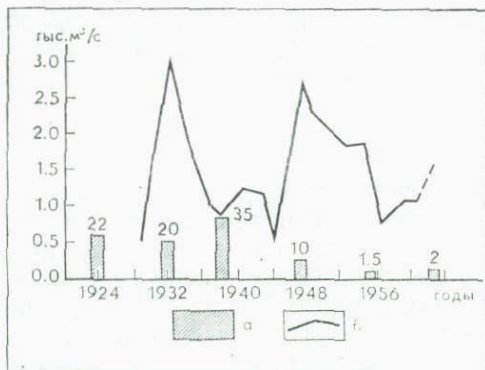


Рис. 3. Зависимость объема оползневых смещений от максимальных расходов р. Воронеж
 а — объем оползневого делювия, тыс. м³;
 б — максимальный расход воды, тыс. м³/с

тянутся оползни, образовавшиеся в результате эрозии реки (21). Разуплотнение горных пород, снижение их прочности, образование отрицательных микро- и мезоформ рельефа, нарушение растительного покрова в результате действия оползневой эрозии создают благоприятные условия для развития овражной эрозии на оползневых склонах (26).

Наблюдения, проведенные в Воронеже, показывают (см. рис. 3), что между максимальными паводками в р. Воронеж и образованием оползней имеется достаточная корреляционная связь (18). В установлении этой связи главную роль играет боковая эрозия, вызывающая подрезку склонов долины. С другой стороны, максимальный расход, связанный с высоким уровнем воды, обуславливает возникновение подпора флювиогляциального горизонта подземных вод. При падении паводковых вод резко возрастает градиент напора подземного потока, что приводит к суффозии части пород. Следует также учитывать увеличение статической нагрузки на основание склона вследствие прекращения взвешенного давления воды при спаде паводка. Суммарное воздействие всех указанных факторов способствует активному проявлению оползней. Аналогичное наблюдалось в Венгрии в 1978 г., когда на Дунае сильные наводнения вызвали огромные оползни (20).

Причиной возникновения оползней в горах нередко служат тектонические разломы. Очевидно, что влияние современных тектонических движений на оползни осуществляется в основном через эрозионный и абразионный процессы. Не исключено, однако, что механизм влияния современных тектонических движений на развитие оползневых процессов гораздо сложнее и разнообразнее. Так, в результате наблюдений на трех ташкентских геодинамических полигонах установлена связь активности проявления оползней с величиной среднегодовых вертикальных поднятий (26), показанная на рис. 4.

Землетрясения являются важным фактором возникновения оползневых процессов, с которым связано обычно их катастрофическое проявление. Как правило, все землетрясения от семи баллов и выше сопровождаются обвально-оползневыми явлениями катастрофического характера. Повсеместное развитие оползней и обвалов наблюдалось, например, во время

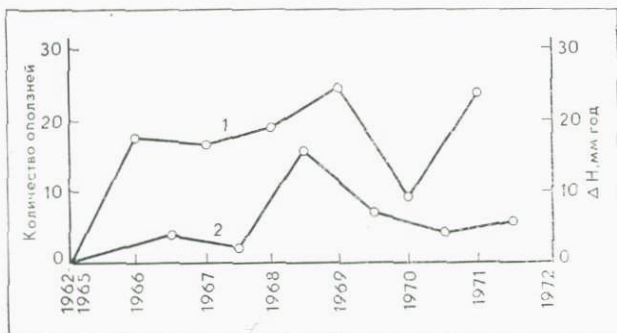


Рис. 4. График средних годовых поднятий (1) территории Ташкента и среднего количества оползней (2) из трех учтенных площадок (по Н. С. Благоволу и др.)

ашхабадского землетрясения 1948 г., сильного землетрясения в Дагестане в 1970 г., в долине Чхалты на Кавказе (1963 г.), в долине р. Нарын в 1946 г., когда сейсмические колебания вывели из состояния равновесия крупные массивы выветрелых и разрушенных пород, которые расположены обычно в верхних частях высоких склонов, вызвавших подпруживание рек и образование крупных горных озер (26). Существенное влияние на развитие оползня оказывают и слабые землетрясения. В таких случаях они являются как бы толчком, спусковым механизмом уже подготовленного к обрушению массива. На правом склоне долины р. Акбуры в Киргизии после землетрясения в октябре 1970 г. образовались три оползня. Наибольшую опасность для объектов народного хозяйства представляют не столько сами сейсмические явления, сколько оползни и обвалы, образующиеся после землетрясения, своими внезапностью, массовостью и значительными масштабами сейсмогравитационных явлений. Так, при Каратегинском (1907 г.), Сарезском (1911 г.), Файзабадском (1943 г.), Хаитском (1949 г.) землетрясениях основной ущерб народному хозяйству был нанесен сместившимися со склонов горными породами (21). Оползни, так же как и горные обвалы, срываясь в русла и поймы горных рек, перекрывают их. В результате образуются естественные плотины и водоемы; последние переполняются, плотины прорываются, и на реках довольно часто наблюдаются селевые

паводки-наводнения, особенно на горных реках Средней Азии.

Природные факторы, способствующие возникновению горных обвалов и камнепада, делятся на две группы (3):

пассивные — геологическое строение, особенности рельефа, климата района;

активные — сейсмические толчки, вулканизм, деятельность атмосферных агентов, связанная с выветриванием горных пород, деятельность поверхностных и подземных вод — увлажнение грунтов, суффозия, гидродинамическое давление. Для образования горных обвалов достаточно землетрясения силой в 4 балла (3).

Горные обвалы широко распространены в районах с высокой сейсмической активностью, приуроченных (например, в Восточной Сибири) в основном к древним и современным сейсмоструктурам. Так, объем массы сейсмического обвала (обвал-обрушение), расположенного в сейсмоструктуре Бабха (северный склон хребта Хамар-Дабан), составляет около 20 млн м³ (38).

Внезапные обвалы в молодых горных районах Средней Азии происходят преимущественно под влиянием землетрясений. Так, Сарезское землетрясение силой 9 баллов, происшедшее в феврале 1911 г., сопровождалось колоссальным горным обвалом. Свыше 2,2 млрд м³ горной массы было сброшено с правого берега р. Мургаб в месте впадения в нее Усойдарьи и перегородило долину. Обвал образовал плотину высотой 600—700 м, шириной 4 км, длиной более 6 км и озеро на высоте 3229 м над уровнем моря. Объем озера — 17—18 км³, площадь зеркала — 86,5 км², длина — 75 км, ширина — до 3,4 км, средняя глубина — 190 м. Под завалом был погребен небольшой кишлак, а под водой скрылся кишлак Сарез (8). Согласно прогнозам специалистов, при определенных экзогенных геологических явлениях не исключается завал водоема оползневой горной массой, нависшей над озером, и обширные наводнения на р. Амударье. Для сопоставления приведем параметры гидроузла Нурекского водохранилища: объем тела плотины — 58 млн м³, высота — 310 м, полный объем водоема — 4,5 км³, площадь зеркала — 98 км², глубина около плотины — 300 м.

Кроме указанных выше стихийных явлений в активизации и усилении водной эрозии играют большую роль ливневые осадки, интенсивное таяние снегов и наводнения. Чем больше единовременный суммарный слой осадков и выше интенсивность их выпадения, тем сильнее опасность формирования стока и проявления эрозии. Опасность ее зависит также от характера распределения осадков по месяцам, повторяемости ливней, размера дождевых капель. Степень эрозии зависит также от типа водосборных площадей (собирающая, прямая, рассеивающая), крутизны, экспозиции и протяженности склона. По мере увеличения количества осадков возрастает и интенсивность эрозии, достигая максимума в районах с годовой суммой осадков 600—900 мм. При дальнейшем увеличении количества осадков интенсивность эрозии снижается (26). Это происходит потому, что при более высоком значении годовой суммы осадков происходит формирование растительного покрова, препятствующего развитию эрозии. Как видно из графика (см. рис. 5), оптимальные условия для развития эрозии существуют в районах с годовой суммой осадков 500—700 мм, обеспечивающих формирование эрозионного поверхностного стока, но недостаточных для развития густого растительного покрова (26). В процессе прохождения паводков, как правило, подмываются и обрушиваются высокие берега рек. После схода паводка в местах подмыва в результате выпадения ливневых осадков и выклинивания грунтовых вод нередко начинается эрозионный процесс — образование оврагов.

В связи со смывом почвенного слоя и образованием оврагов в процессе водной эрозии уменьшается инфильтрационная способность почвогрунтов, растет глубина промерзания и тем самым увеличивается и ускоряется поверхностный сток и в целом возрастают паводковые расходы рек и усиливаются наводнения.

На территории СССР в районах Памира, Тянь-Шаня, Кавказа, Камчатки выявлено более 70 мест, где «странствующие» ледники перегораживают горные реки, вызывая катастрофические наводнения. Примером тому служат «странствия» ледника Медвежьего, спускающегося с западных склонов Памира, с хребта Академии наук, в бассейн Амударьи. Язык ледника в 1963 и 1973 гг. перекрывал русло Абдукагора (приток

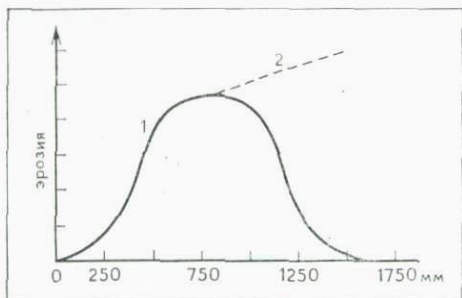


Рис. 5. Зависимость эрозии от среднегодового количества осадков (по Н. Гудзону)

1 — эрозия при сохранении естественной растительности; 2 — эрозия при удалении естественной растительности

Ванча), образовывал огромные озера емкостью многие миллионы кубометров; после прорыва языка возникали большие паводки на реках Ванч и Амударья (40).

На северо-западе Сибири наблюдаются завальные наводнения своеобразного происхождения. Во время сильных ливней из стволов подмытых деревьев и лесного мусора образуются «плотины», которые вызывают длительные и обширные наводнения. Вода затопляет земли на площади в сотни и тысячи гектаров, нанося существенный ущерб сельскому хозяйству (38).

Иногда наблюдается совместное воздействие нескольких видов стихийных явлений на другой вид. Например, катастрофическое землетрясение силой восемь баллов и выпавшие ливневые осадки в 900 мм и более не вызвали оползня в районе Золотого пляжа в Крыму. А добавление интенсивной абразии (с ноября 1968 по январь 1969 г. было размывто 20 500 м³) и значительное увлажнение оползневых масс с повышением уровня грунтовых вод на 4—6 м привели к резкому увеличению сдвигающих напряжений и снижению коэффициента устойчивости нижней части оползневого тела на 20%. Таким образом, произошло катастрофическое смещение на юго-восточном склоне горы Могаби (Южный берег Крыма) (26).

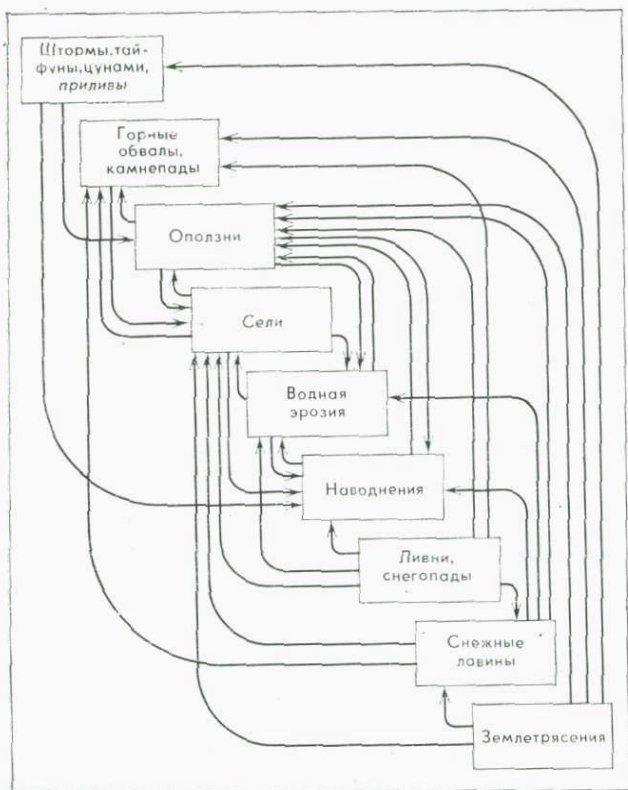


Рис. 6. Схема «цепного» взаимодействия стихийных явлений

Схема «цепного» взаимодействия стихийных явлений, составленная автором на основе изучения огромного количества литературных источников, приведена на рис. 6.

2

Человек и стихия

Человек всегда пользовался ресурсами природы, однако масштабы их использования раньше были ограничены, а применяемая техника не была столь мощ-

ной. Поэтому те отрицательные последствия, которые имели место раньше в результате использования ресурсов природы, не отражались в глобальном масштабе на окружающей человека природной среде. В эпоху научно-технической революции, особенно со второй половины XX в., масштабы использования природных ресурсов существенно возросли, при этом применяется совершенная, мощная техника; это привело к тому, что в современном обществе ощутимо проявились черты глобального экологического кризиса.

Литература последних лет как за рубежом, так и в нашей стране изобилует фактами нарушения сложившегося равновесия в природной среде. При этом растущая в последнее время частота, интенсивность и продолжительность многих видов стихийных явлений вызвана не столько разбушевавшимися стихиями, сколько нарушением экологического равновесия, вызванного нерациональным использованием природных ресурсов, несовершенством технологических процессов. Известно, что деятельность человечества в природе эффективнее суммарного проявления всех экзогенных рельефообразующих сил; она имеет большую скорость и масштабность проявления.

Многие годы во взаимодействии человека с природой главной целью человека до последних лет оставалось стремление увеличить свою власть над ней, максимально использовать возможности природной среды в собственных интересах, но чем в большей мере человеку удается достичь победы над природой, тем в большей степени он проигрывает в конечном результате. Об этом более ста лет назад предупреждал еще Ф. Энгельс: «Не будем, однако, слишком обольщаться нашими победами над природой. За каждую такую победу она нам мстит. Каждая из этих побед имеет, правда, в первую очередь те же последствия, на которые мы рассчитывали, но во вторую и третью очередь совсем другие, непредвиденные последствия, которые часто уничтожают значение первых» (1). Ф. Энгельс писал эти строки в то время, когда благополучие человечества еще не требовало так властно предотвращения отрицательных последствий социально-производственного вмешательства общества в природную среду. Но сегодня, в эпоху научно-технического прогресса и небывалого увеличения темпов и масштабов производства, рациональное

природопользование жизненно необходимо всему человечеству.

Рассматривая антропогенную деятельность в связи с развитием экзогенных процессов, необходимо отметить следующие основные положения:

1) она может их активизировать или замедлять, а иногда вызывать такие явления, которые не были свойственны природе данной территории, т. е. в целом человек влияет на степень активности природных процессов;

2) она не является фактором, вызывающим в природе новые, не встречающиеся раньше типы генетических процессов;

3) механизм ее влияния зависит от конкретных природных условий и типа процесса;

4) она может влиять на природные процессы непосредственно или косвенно, быстро или медленно.

Ниже рассмотрены примеры того, как антропогенная деятельность способствует активизации стихийных явлений.

Растительность регулирует динамику некоторых экзогенных процессов, влияет на состояние почв и в целом на природную среду. Возникновение и усиление всех рассматриваемых видов стихийных явлений связано прежде всего с состоянием лесов. В процессе функционирования лесного биогеоценоза как объекта пользования в нем и окружающей среде происходят изменения, поскольку все экологические факторы (климатические, пространственные, геологические, биотические, антропогенные) действуют на лес в совокупности. Изъятие того или иного компонента из лесного биогеоценоза влияет как на внутренние процессы, так и на процессы, происходящие за его пределами.

Известно, что леса являются источником древесины, ягод, грибов, лекарственного, пищевого и технического сырья, кормовых, рекреационных ресурсов. Сочетания этих продуктов определяют хозяйственную ценность. Значение лесных земель как среды сохранения генетического фонда фауны и флоры, по мнению многих специалистов (27), на порядок выше их экономического значения как источника сырья и продуктов. Исключительно высока водорегулирующая, водозащитная, почвозащитная и санитарно-гигиеническая роль лесов.

Сведение лесов происходит в результате пожаров, массового распространения болезней и вредителей, загрязнения химическими веществами, буреломов, переруба (превышения расчетной лесосеки), повреждения подлеска и лесной подстилки при рубке и трелевке, снежных лавин, наводнений, рекреационной перегрузки, перевыпаса скота, затопления водохранилищами, нарушения технологии лесопользования. Все это меняет сложившееся экологическое равновесие в лесу и на окружающей его территории. При этом под нарушениями технологии использования ресурсов леса подразумеваются те отклонения от норм, которые имеют место в процессе рубки, рекреационном использовании.

Нарушение технологии лесоразработок в горах и предгорьях заключается в следующем: отсутствует ритмичность между лесопользованием и лесовыращиванием, т. е. лесовыращивание существенно отстает от лесопользования; рубят лес весной и летом, когда это категорически запрещено; рубят лес сплошь, концентрированным способом, что недопустимо.

Наиболее уязвимыми являются горные леса, которые занимают 28% всей лесопокрытой территории нашей страны. В них сосредоточено около 40% ($21,3 \times 10^9 \text{ м}^3$) запасов древесины всех спелых насаждений страны. В составе этих насаждений наибольшая доля приходится на хозяйственно ценные и твердолиственные породы. Например, в Краснодарском крае из 289 тыс. га пихтовых и смешанных (из пихты и бука) лесов 30% бука и 32% пихты сосредоточены на склонах $21\text{--}30^\circ$, а 32% бука и 48% пихты — на склонах больше 30° . Ежегодные заготовки древесины в горных лесах составляют 25 млн м^3 , или 7% от общего объема лесозаготовок, проводимых в стране (47).

Ежегодно растущие потребности в древесине требуют увеличения лесозаготовок. Нередко эти рубки превышают прирост древесины, и происходит деградация горных и предгорных лесов. В Закарпатье с 1947 по 1960 г. было вырублено 75 млн м^3 древесины на площади 263 тыс. га. Это превышает расчетную лесосеку более чем в 2 раза. Полнота насаждений в Карпатах (по состоянию на 1965 г.) составила, таким образом, 32—37% (52). Переруб в лесах приводит к существенному изменению экологической обстановки. Об этом же напоминают нам и слова

Ф. Энгельса: «Когда альпийские итальянцы вырубали на южном склоне гор хвойные леса, ... они не предвидели, что этим подрезывают корни высокогорного скотоводства в своей области; еще меньше они предвидели, что этим они на большую часть года оставят без воды свои горные источники, с тем чтобы в период дождей эти источники могли изливаться на равнину тем более бешеные потоки» (2).

Немалую роль в уничтожении лесов играют пожары. Например, в целом по Сибири лес ежегодно вырубается примерно на 600 тыс. га. И на такой же площади гибнет от ежегодных пожаров (46). Самый крупный в истории лесного хозяйства нашей страны пожар произошел в 1915 г. в Сибири. Огонь охватил тогда площадь около 15 млн га. Мировая статистика свидетельствует: 97% лесных пожаров происходит по вине человека и лишь 3% — от молний. Пламя уничтожает флору и фауну, при этом ежегодно сгорает около 2 млрд т органического вещества (36), или в расчете на каждую тонну продукции леса приходится до одной тонны погибших семян, плодов, ягод, грибов, лекарственных и технических растений. Сожженные во время Великой Отечественной войны участки криволесья из горной сосны в субальпийском поясе Украинских Карпат до сих пор не восстановились (55).

Непоправимый ущерб лесным массивам приносят и ураганные ветры. Отмечены случаи, когда площадь ветровалов достигала 90 га. В Карпатах в 1964 г. в течение суток сплошными и частичными ветровалами было уничтожено свыше 5 млн м³ еловых древостоев. Последовавшее затем нашествие короедов повредило примерно такое же количество древесины в расстроенных и ослабленных ельниках (9). Нередко часть лесосек после рубки остается захлавленной, в результате леса поражаются вредными насекомыми — главными врагами лесов. Однако до тех пор, пока их численность держится на умеренном уровне, вред, наносимый ими лесам, незаметен или малозаметен. Но при благоприятных условиях, особенно при господстве пород одного вида, насекомые легко дают вспышки размножения. Тогда лесу наносятся тяжелые, иногда непоправимые повреждения.

Лесозаготовители вносят существенные изменения в экологическую обстановку вырубок. В результате

механического воздействия на почву во время валки и тракторной трелевки лесов почвенный покров на лесосеке сильно нарушается, изменяются его водно-физические свойства, поверхностный сток увеличивается в 15 раз и более, что создает благоприятные условия для развития процессов эрозии (47).

В водорегулирующей способности леса основная роль принадлежит почве и лесной подстилке. Почвенный покров в лесу обладает высокой инфильтрационной способностью. В лесу почва промерзает значительно меньше, чем в поле, и даже может оставаться в течение всей зимы в талом состоянии; снег задерживается здесь гораздо дольше — высота снежного покрова на 6—25% выше, чем на открытых склонах, и распределяется более равномерно. Довольно часто почва в лесу оттаивает до схода снежного покрова, благодаря чему она впитывает талые воды в значительно большем количестве, чем в поле. Все это приводит к тому, что поверхностный сток в равнинных лесах составляет лишь 6% от стока в поле, т. е. более чем в 15 раз меньше (29, 50). По данным наблюдений, коэффициент поверхностного стока в лесных формациях горных склонов не превышает 0,23, в то время как рядом, на безлесных, не перегруженных пастьбой скота, склонах, он равен 0,49, а на перегруженных достигает 0,62. В горах, чтобы не допускать водную эрозию, облесенность склонов должна составить не менее 40%. Эффект почвозащитной функции леса превышает стоимость древесины в среднем в 16,5 раза (27).

Величина поверхностного стока талых и дождевых вод зависит от степени повреждения почвы. После проведения в этих лесах выборочных или постепенных рубок на участках со слабыми повреждениями почвы поверхностный сток составляет 1—2%; при рубках, сопровождающихся сильным повреждением (повторные приемы рубок), сток со всей площади увеличивается до 25%. Однако даже в этих случаях поверхностный сток с пасечных волоков, уплотненных участков, прогалин достигает 98% от общего количества выпадающих осадков (47).

Поврежденные почвы в процессе проведения лесозаготовок составляют при сплошных способах рубок 80—85%, постепенных (окончательные приемы) — 35—75; выборочных — 20% всей площади лесосеки.

Объем эксплуатационной эрозии почвы достигает при сплошных способах рубок 1100 м³/га, при окончательных приемах постепенных рубок — 240—600, при выборочных рубках — 5—65 м³/га (47). В бассейнах рек и ручьев, находящихся в поясе буково-пихтовых лесов, при проведении сплошных рубок объем твердого стока увеличивается до 22 раз. Отчего же происходит нарушение почвенного покрова в лесах?

Вывозка леса с лесосеки осуществляется с помощью канатно-лебедочных систем, колесных и гусеничных тракторов. Ведутся также работы по применению на трелевке аэростатов, вертолетов, дирижаблей. Однако основной объем древесины трелюется с лесосеки гусеничным трактором.

Особенно сильные изменения поверхности почвы происходят на трелевочных волоках. Характер изменений определяется в основном количеством рейсов трактора. При большем числе рейсов увеличивается скважность, значительно уменьшается водопроницаемость. На волоках типа магистральных после 100—150 рейсов водопроницаемость уменьшается в 30—40 раз, а объемная масса возрастает в 1,5—3 раза по сравнению с неповрежденной почвой, в результате поверхностный сток проявляется сразу же после начала дождя, коэффициент поверхностного стока доходит до 0,8, возникает эрозия. Так, на волоках, расположенных вдоль склона, за 2—3 года в результате стекающих потоков воды вынос почвы составляет 180—190 м³/га. Промоины на волоках имеют глубину 1,5 м и более. Водная эрозия резко уменьшает содержание гумуса. На магистральном волоке после 100—150 рейсов трактора на богатой гумусом почве остается 2,71—3,19% гумуса. Через год в слабо и сильно размытой колее того же волока гумуса содержится соответственно 1,36—2,65 и 0,27—0,54%. Водная эрозия резко снижает содержание и других полезных веществ в почве. Отсутствие лесной растительности на волоках в свою очередь способствует усилению водной эрозии, в результате значительные площади на десятки лет, а иногда и навсегда выходят из народнохозяйственного использования (47).

На сплошных хвойных лесосеках, разрабатываемых с применением тракторной трелевки, повреждается до 90% подроста, в буковых насаждениях — от 27 до 37% при первом, до 42% и более при втором при-

еме постепенных рубок. При зимней трелевке, а также при правильной подтрелевке и спуске древесины с помощью воздушно-трелевочных установок водная эрозия не наблюдается или носит локальный характер, прекращаясь на второй год после трелевки (9).

По данным наблюдений А. М. Ковалева (22), при рекреационной нагрузке 10 тыс. чел.-час/га водопроницаемость почвы уменьшается в 10 раз, а при 20 тыс. чел.-час/га — в 100 раз. Это является пределом допустимого уплотнения.

Ряд авторов (24, 29, 50) отмечает в лесах негативные последствия, которые возникают в результате пастбы скота, особенно в предгорных и горных районах, где наблюдается, с одной стороны, гибель лесной растительности, с другой стороны, выбивается лесная подстилка и создаются условия для водной эрозии.

Лес по-разному влияет на лавинную деятельность. Например, на участках площадью 100 км², покрытых хвойным лесом, зафиксировано проявление 3—5 случаев схода лавин, а на участках с такой же площадью, не покрытых лиственным лесом, — 7—9 случаев, т. е. приблизительно в 2 раза больше (16). Следует заметить, что на склонах, занятых лиственным лесом, могут возникнуть лавины из рыхлого снега (5). Выделяются участки, покрытые лиственным лесом с сильным развитием подлеска, где число лавинных очагов достигает 10—11 (45).

Наблюдениями установлено, что в горных лесах допустима лишь выборочная рубка леса на отдельных делянках, не превышающих 3—4 га, расположенных, как правило, в шахматном порядке. Ширина полосы рубки, расположенной поперек склона, может быть в пределах от 150 до 300 м. При этом объем срубленного леса не должен превышать объем ежегодного прироста лесов, а в лавиноопасных районах этого условия следует придерживаться очень строго. Не случайно в Швейцарии, например, рубка леса в лавиноопасной зоне запрещена законом с XIV в. (51).

В горных районах Грузии при интенсивном выпадении снегов (зима 1970/71 г.) вырубка леса площадью 2,5—3,5 га оказалась достаточной для образования очагов лавин, которые на своем пути уничтожили много лесных и многолетних насаждений, жилых

домов и других объектов. Одна лавина зародилась на лесной поляне площадью 3 га на высоте 1770 м. Вначале, вследствие недостаточного уклона (18—20°), лавина имела небольшую скорость; максимальная скорость — 46 м/с — развилась на подступах к селу Гурта, где уклоны были достаточно большие — 23—32°. На территории села из-за уменьшения уклона до 5—10° скорость лавины постепенно снизилась, и она остановилась в конце селения. Сила удара лавины в верхней части села составляла 42 т/м², в средней части — 33 т/м². Мощность лавинного снега, отложенного в селе, достигла 15 м, объем — 27 тыс. м³ (31).

Бессистемная рубка лесов и многократное повреждение одних и тех же мест лесными пожарами на Сахалине (за время хозяйничания японцев на Южном Сахалине — с 1908 по 1944 г. — зарегистрировано 1108 случаев пожаров, которыми уничтожен лес на площади 802 тыс. га) существенно активизировали лавинную деятельность (26). Таким образом, с точки зрения лавинной угрозы для населения и народного хозяйства остров Сахалин следует отнести к одному из лавиноопасных регионов Советского Союза.

На Кавказе в результате нерациональных рубок лесов на крутых склонах и последующего увеличения активности лавинообразования большие участки леса в бассейнах рек Баксан, Чегем, Архыз, Ингури, Ардон были уничтожены. Например, в Баксанском ущелье в результате схода лавин уничтожено около 20% (670 га) горных лесов (21). В Аджаро-Триалетской зоне (7080 км²) до сведения значительной части лесов 16% территории находились под реальной угрозой снежных лавин, а 74% считались потенциально лавиноопасными. После уничтожения лесов большая часть территории превратилась в активную лавиноопасную зону (16).

Сели не наблюдаются в тех горных районах, где выпадает много осадков и развивается богатая травянистая и древесная растительность, препятствующая размыву верхних слоев почвогрунтов. В случае стабильного состояния леса редко бывают оползневые смещения. Таким образом, растительность рассматривается как своеобразный барьер, удерживающий определенное количество жидкой и твердой составляющей селей. Уничтожение естественного растительно-

го покрова в горных районах приводит к активизации процессов выветривания, эрозии, осыпания и в конечном итоге к формированию селей.

При транспортировке хлыстов вдоль склона нередко случаются случаи, когда поверхностный слой сдвигается, сдувается, накапливается в пониженных местах, образуются твердая составляющая селей и затем развиваются селевые процессы. Наиболее выдающиеся селевые потоки в Закарпатье отмечались (52): за 50 лет наблюдений, с 1927 по 1976 г., — 12 раз, или 0,24 селея в год; за 22 года наблюдений, с 1955 по 1976 г., — 10 раз, или 0,45 селея в год; за 15 лет наблюдений, с 1962 по 1976 г., — 7 раз, или 0,47 селея в год. Так возрастала активность селей в Карпатах по мере вырубки леса на горных склонах. Сели в Карпатах стали проявляться там, где они в типичной форме раньше не наблюдались. Селевые потоки наносят значительный ущерб народному хозяйству в пределах всей горной части Украинских Карпат. Заметим также, что за 70-летний период наблюдений на реках северо-восточных склонов Карпат наблюдалось 7 больших паводков, в том числе за последние 25 лет (1955—1980 гг.) — 4 паводка (52). Так возрастает активность наводнений. Научные исследования, проведенные в США в бассейне р. Теннесси, показали, что при правильной эксплуатации лесных водоохраных полос пики паводков могут быть снижены на 60—70% (17). Об этом же свидетельствуют данные (50) по рекам Малая Кокшага и Малый Кундыш (рис. 7). После интенсивной вырубки лесов паводковый расход увеличивается в 1,5—2,5 раза, а продолжительность его сокращается в 3—4 раза (50). Не всегда хорошо продуманное отношение к лесам и забвение их водоохранной и водорегулирующей роли являются причиной частых катастрофических наводнений в Карпатах, на Урале, Северном Кавказе, в республиках Средней Азии, Забайкалье и на Дальнем Востоке.

Активизация оползневых смещений в результате рубки леса наблюдается в Молдавии и на Северном Кавказе. Например, ежегодно в пределах горной части Краснодарского края вырубается более 10 тыс. га лесов и строится для вывоза древесины более 100 км лесовозных дорог (57). В процессе прокладки дорог на значительных участках был вырублен лес, подрезаны склоны, обнажены коренные породы, тем самым

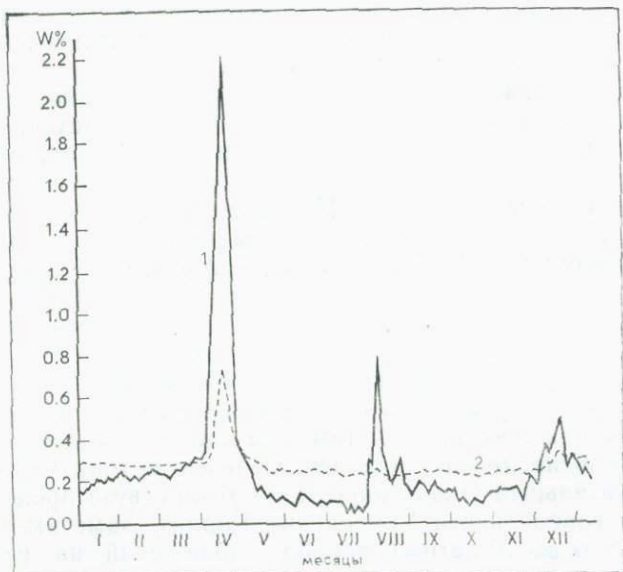


Рис. 7. Примеры гидрографов рек со слабо залесенными (1) и сильно залесенными (2) бассейнами (по А. П. Дедкову и др.)

1 — р. Малая Кокшага — разъезд Куяр (залесенность 39%, площадь бассейна — 2630 км², 1962 г.); 2 — р. Малый Кундыш — деревня Кундыш (залесенность 64%, площадь бассейна — 1210 км², 1962 г.); W — процент от объема годового стока

резко активизировались процессы выветривания, смыва и оползания горных пород. Следует заметить, что реакция на нарушение равновесия геосистемы может быть в разных условиях различна. Так, длительные наблюдения, проведенные в Каскадных горах (США), показали, что после сплошной вырубке леса на устойчивых к эрозионному воздействию склонах, сложенных лавами, образовались только два оползня, на неустойчивых склонах, сложенных выветрелыми пирокластическими породами, за тот же период, т. е. за 25 лет, возникло 139 оползней (66). Кстати, многолетние (около 50 лет) наблюдения за оползневыми процессами в бассейне р. Орегон (США) показали, что оползни в местах сплошной рубки леса проходят в 23 раза чаще, чем в лесных массивах (64).

Советский Союз имеет огромные площади земель, в том числе сельскохозяйственного назначения. Однако в процессе индустриализации, урбанизации, строительства инженерных коммуникаций, роста населения площадь пашни на душу населения сокращается. Кроме того, с ростом населения увеличивается потребность в продуктах питания. В этой связи идет поиск резервных земель под пашню и пастбища, которые сосредоточены преимущественно в горной и предгорной зонах. Эти площади 70—100 лет назад были заняты главным образом лесными массивами. Теперь лесистость гор республик Средней Азии составляет всего лишь 2,47% (24).

После хищнического уничтожения лесов в Средней Азии в дореволюционные годы бывшие лесные земли стали интенсивно использовать как горные пастбища с содержанием огромного количества скота. В результате перегрузки и отсутствия пастбищеоборотов стали наблюдаться сбой корневой системы трав и почвенного покрова и сокращение инфильтрации влаги в почвогрунты. При этом смывалась верхняя, наиболее плодородная часть почв. Смыв мельчайших частиц почвы обуславливает огрубение механического состава почв, резко обедняет почвы гумусом и азотом. Например, в среднесмытых темно-серых почвах гумуса в 1,5 раза, а в сильно смытых — в 2 раза меньше, чем в несмытых. Обеднение почв гумусом ведет к ухудшению их водно-физических свойств. Ухудшение механического состава, распыление структуры и увеличение плотности сложения почв резко снижают их водопроницаемость, и увеличивается поверхностный сток. Стекающая со склонов вода размывает скотопрогонные тропы, проложенные вдоль склонов, превращая их в овраги, бороздящие склоны во всех направлениях. Местами площадь таких размывов достигает 10—20%, а мелкоструйчатых — 30%. Таким образом эти массивы превращаются в бросовые земли (24).

Линейная и плоскостная водная эрозия подготавливает твердую составляющую селевых потоков, характерных особенно для районов Средней Азии (24) и Северного Кавказа (8), а овражная эрозия, вскрывая водоносные горизонты на стыке с водоупором, способствует появлению оползней (24). Рост поверхностного стока приводит к увеличению объема павод-

кового стока и сокращению времени его прохождения. Чрезмерный выпас скота на высокогорных пастбищах привел к снижению верхней границы леса на 50—100 м, а местами — до 150 м (8), соответственно расширилась зона активной деятельности снежных лавин.

Широкое развитие получило в предгорных и горных районах богарное земледелие. При этом в погоне за сиюминутной выгодой, как правило, нарушается агротехника выращивания сельскохозяйственных культур и как следствие тому получили развитие водная эрозия и оползни (24). Водная эрозия на пашне развивается не только при освоении горных склонов, но и на равнинах. Происходит это прежде всего в результате пахоты и выполнения сельскохозяйственных работ вдоль склона, распашки эрозионно опасных склонов, днищ балок, низких пойм рек, пренебрежительного отношения к контурной обработке полей, расположенных на склонах. Полученный при этом кратковременный эффект в результате ввода земель в интенсивный оборот почти во всех случаях заканчивается смывом почвенного слоя. Подобные явления наблюдались в бассейнах рек Псёл, Ворскла, Северский Донец, Лугань, Бахмутка и др. (29).

Наблюдения, проведенные в Молдавии, показали, что активизация оползней происходит при рубке и корчевке многолетних насаждений и лесов. Например, в совхозе-заводе «Джамана» в результате вырубki виноградников и лесополос начались оползневые смещения, площадь которых достигла 60 га (41).

Террасирование склонов практиковалось земледельцами на протяжении многих столетий. Оно применялось еще инками и древними китайцами, чтобы контролировать поверхностный сток воды и свести к минимуму эрозию. Однако, как показали наблюдения в Молдавии, в оползнеопасной зоне террасирование в целях борьбы с водной эрозией, сопровождающееся подрезкой склонов, нередко приводит к активизации и усилению оползней (41).

Среди всех природных ресурсов, которые используются обществом для удовлетворения его потребностей, наиболее распространенными являются полезные ископаемые, составляющие 80% от общего объема используемых ресурсов природы. При этом предпочтение отдается открытой добыче полезных ископаемых,

так как она значительно дешевле и производительнее по сравнению с подземным способом. Возможность широкого применения механизации и мощного оборудования в карьерах увеличивает производительность труда в 2—6 раз, снижает себестоимость добычи в 2—3 раза по сравнению с подземным способом. Поэтому в перспективных планах развития горной промышленности СССР открытому способу отдается предпочтение в разработке полезных ископаемых. По данным Н. В. Мельникова (33), в СССР открытым способом в начале семидесятых годов добывалось угля 26%, железных руд — 78,4, руд цветных металлов — 67, горно-химического сырья — 40, неметаллических полезных ископаемых — 72, нерудных строительных материалов — 100%, и в целом по всем отраслям народного хозяйства открытым способом добывается более 70% твердых полезных ископаемых с увеличением в перспективе до 75—80%. Таким образом, образование карьерных выемок и формирование отвалов следует рассматривать как неизбежный процесс горных разработок. Площадь, занимаемая карьерами и отвалами, колеблется от долей гектара до десятков квадратных километров. Глубина их варьирует от нескольких метров до 600 м, высота отвалов пород колеблется также в широких пределах и достигает 150 м.

В этой связи при открытой добыче полезных ископаемых происходит разрушение исходного и ускоренное формирование техногенного рельефа. После разрушения рельефа начинается активная перестройка всех компонентов ландшафта, природные рельефообразующие процессы приобретают иные темпы и направленность, начинается активизация и усиление оползней, селей, водной эрозии, снежных лавин и даже наводнений.

Изучив физико-механические свойства пород различных месторождений, Г. Л. Фисенко (56) отметил, что горные породы в массиве откосов при сохранении естественной структуры в большинстве случаев имеют прочность, достаточную для образования устойчивых бортов, наклоненных под углами 30—35° и более. Образование оползней различного вида является лишь следствием того, что при изысканиях не всегда проводятся в достаточном объеме и качественно инженерно-геологические, гидрогеологические и гидрологи-

ческие исследования, при проектировании карьеров и производстве горных работ не принимаются меры по предотвращению разуплотнения пород, снижения их прочности, нарушается технология производства работ, склоны перегружаются горной породой больше, чем это допустимо для конкретных условий.

Наблюдения показывают, что при открытой добыче полезных ископаемых возможно возникновение оползней как в самих карьерах, так и отвалах. Устройство отвалов на поверхности оползневых склонов со слабым основанием нередко приводит к увеличению напряженного состояния последних и, далее, к оползневым смещениям. Такой случай наблюдался на Богословском угольном разрезе Башкирии (56). Глубокая подрезка контактных слоев склонов в связи с добычей полезных ископаемых на участке Чибаргата в Средней Азии в 1960 г. вызвала катастрофический оползень (34). Подобное возможно также в результате устройства подземных штолен, изменения уровня подземных вод в процессе производства горных работ в оползневой зоне.

Несоблюдение расчетных углов откоса, углов разгона карьеров и погашения бортов карьеров в ряде случаев приводило к катастрофическим последствиям. Крупнейшей аварией такого рода в истории горного дела является авария, происшедшая на Бингэмском меднорудном карьере в США, когда одновременно сползло около 16 млн т руды и породы, которыми было завалено более половины всех уступов вместе с работавшими на них тремя экскаваторами и другим оборудованием. Причина этого оползня — несоответствие угла откоса нижележащих уступов физико-механическим свойствам пород. В результате верхние уступы оказались «подработанными», т. е. ослабленными (23).

Оползни в карьерных выемках — довольно частое явление, и причин здесь много: выклинивание грунтовых вод после или в процессе выемки, вынос частиц породы из откоса — суффозия, возникновение нового источника пополнения грунтовых вод после устройства обводных, нагорных каналов, искусственных или естественных (в связи с отложением пород выемки) водоемов. Подобные оползни, со смещением значительной массы пород, наблюдались в сороковых и пятидесятых

годах нашего века на Коркинском карьере Челябинской области. Оползни бывают и на самих отвальных породах, как внешних (на Ермолаевском карьере), так и внутренних (Богословском карьере) отвалах (6). Оползни выдавливания в долине р. Чувасай в Средней Азии образовались за счет перегрузки аккумулятивной террасы отвалами горных пород (30). Следует заметить, что оползни при добыче полезных ископаемых наносят, как правило, существенный ущерб народнохозяйственным объектам, и прежде всего самим горным предприятиям (56).

Анализ более чем 30-летней истории развития оползней в Средней Азии показывает, что в шестидесятых годах доля техногенных оползней в их общем количестве была ничтожно мала. В дальнейшем наблюдается их заметное увеличение в результате нарушения устойчивости склонов горными работами, подземной газификации. Загасан-Атчинский оползень возник в районе Ангренского угольного и Джигирстанского отвала горных пород. Ниже по течению р. Ахангаран, на левобережном склоне, большая площадь которого занята отвалами общим объемом около 200 млн м³, действует угольная шахта с подземной газификацией угля. Глубина карьера к началу 1980 г. — около 270 м, в перспективе увеличится до 500—520 м (39). Здесь находятся восемь оползневых участков. В результате выгазовывания пласта угля мощностью 5—15 м на глубине 100—130 м в средней части склона площадью более 1 км² создавалась полость с последующим опусканием поверхности до 5 м. Все это привело к потере бокового упора толщи меловых и палеогеновых пород, расположенных выше по склону, изменило режим подземных вод и сформировало Загасан-Атчинский оползень объемом 700—800 млн м³ на площади около 8 км². В этой связи пришлось отвести русло р. Ахангаран и перенести поселок Ташикташ с населением свыше 20 тыс. человек дальше от зоны влияния оползня (13).

В долине р. Майли-Суу (Киргизия) насчитывается около 60 оползневых очагов, представляющих собой серьезную угрозу объектам народного хозяйства. Многие из них возникли в результате подрезки и перегрузки склонов, а также в результате производства горно-взрывных работ (38).

Оползни на территории станции Нижне-Чирской

Ростовской области в 1954—1955 гг. были обусловлены абразией коренных склонов, представляющих собой древние оползневые террасы. В результате выработки из основания склонов мергелей и опок для строительства оползневые процессы резко усилились. Полностью была разрушена нижняя оползневая терраса, обсаженная садами, и начала разрушаться верхняя терраса, на которой расположены основные строения станицы. Только прекращение выработки каменного материала из основания склона и заметное снижение уровня воды в водохранилище в последние годы привели к некоторой стабилизации оползневых процессов (29).

Согласно международной статистике (23), происхождение около 80% современных оползней связано с деятельностью человека.

Одно из неблагоприятных последствий промышленного освоения — скопление отвалов пустой породы на склонах и в ущельях. Скопления эти представляют готовые кладовые щебенистого и другого материала для развития селей. Сель в районе поселка Садон в Северной Осетии в 1959 г. сформировался из отвалов извести (4), а у Тырныауза в Кабардино-Балкарии из отвалов горного комбината систематически по несколько раз в год сходят селевые потоки (45). Обогащению селевого потока р. Вохчи в Армении твердым материалом в значительной мере способствовали отходы меднорудной промышленности, сбрасываемые в русло реки (53). Селеподобные потоки наблюдаются при разрушении ограждающих дамб хвостов- и шламохранилищ горно-обогатительных комбинатов, когда через образующийся проран вытекают неконсолидировавшиеся мелкодисперсные фракции хвостов.

На склонах отвалов и карьеров, если не проводить своевременно рекультивацию, как показывают наблюдения, довольно интенсивно развивается водная эрозия. Особенности техногенного ландшафта Курской магнитной аномалии способствуют значительному развитию здесь процессов водной и ветровой эрозии и оползней. При этом большую роль играют свойства вскрышных пород, их стратиграфия в отвалах, рельеф, крутизна и форма склонов, микроклимат и возраст отвалов. В первые годы формирования отвалов здесь можно наблюдать все виды эрозии: дефляцию, по-

верхностный смыв и размыв, оползание и осыпание грунтов, обвалы, осыпи и т. д. Среднегодовой смыв в первые 3—5 лет достигает 200—320 м³/га (2—3 см/год); линейный прирост оврагов—0,5—0,7 м/год; вынос из оврагов на поля и участки горного отвода достигает в отдельные периоды 500 м³/га и более, а расстояние выноса шлейфа—350 м. Темпы смыва в техногенном ландшафте в среднем в 60 раз выше по сравнению с горными областями СССР: 0,04—1,63 мм/год (12).

В дальнейшем по мере зарастания и уплотнения отвалов смыв и размыв в них ослабевают и колеблются в пределах 30—100 м³/га в год, а на хорошо задернованных и облесенных участках практически прекращаются. Лучше зарастают склоны северной и западной экспозиций, выположенные, ровные и пониженные участки отвалов. Величина смыва с возрастом отвалов изменяется примерно следующим образом: в возрасте 0—5 лет—смыв с 1 гектара—320—200 м³/год; 6—10 лет—100—30; 12—15 лет—20—10; 17—20 лет—5—3 м³/год. Однако участки с токсичными породами, южные склоны меловых отвалов практически не зарастают и подвергаются эрозии. Во влажные годы водная эрозия на породах протекает в 2—3 раза интенсивнее, чем в сухие и умеренно влажные годы. Наибольшая разрушительная эрозия наблюдается на склонах 25° и более при интенсивности ливней 1,5—2,5 мм/мин (12).

В результате подрезки склонов с ликвидацией лесов при производстве открытых горных выработок активизируются снежные лавины. Подобные явления имели место в зиму 1968/69 г. в горах Киргизии. Лавины привели к разрушениям на рудниках, а главное, последующий их ввод в эксплуатацию потребовал значительных затрат средств и времени (28).

По мнению ряда авторов (63, 65), увеличение частоты и силы наводнений на малых реках в районе Аппалачей (США) связано с ростом открытой добычи полезных ископаемых, так как величина стока связана с нарушенной площадью и увеличивается в 3—5 раз по сравнению с величиной стока на ненарушенной территории.

Особо следует отметить проявление оползневых процессов на берегах Азовского моря и Таганрогского залива в результате антропогенного вмешательства.

Образование оползней в этой зоне вызвано, во-первых, ливнями редкой повторяемости и усилением абразии во время штормов; во-вторых, вибрацией горных пород вследствие работы механизмов, перегрузки верхней части берегового склона сооружениями, сбросом технических вод в тело оползня. Еще более заметное влияние антропогенных факторов на активизацию старых и появление новых оползней можно проследить на примере северного берега Азовского моря. Здесь в шестидесятые годы активно началось курортное строительство, которое ведется на неустойчивых в оползневом отношении склонах, представляющих, по данным А. И. Шеко (58), древние оползневые террасы разных возрастных генераций. Проводившиеся в процессе строительства перемещение грунтовых масс на склонах, их планировка, проведение дорог и сооружение зданий неизбежно должны были вести к нарушению условий устойчивости горных масс на склонах и вызвать активизацию оползней. В районе поселка Юрьево (Приморское) склоны, обращенные к морю, представляют серию оползневых террас. Строительство пансионатов и пионерских лагерей способствовало оживлению древних оползней (29).

Размещение туристских баз и домов отдыха в горных районах, которое на первый взгляд не должно существенно влиять на природную среду, нередко сопровождается активизацией селевых потоков, снежных лавин и оползней.

Болота всегда служили огромным аккумулятором талых и дождевых вод, которые затем постепенно стекали в ручьи и реки, а определенный объем воды переходил на следующий год. Заметим, что каждый кубометр торфа в болоте содержит 950 кг воды. В результате интенсивной добычи торфа с последующей рекультивацией выработанных торфяников для сельскохозяйственных целей ликвидирована по существу аккумулятивная способность этих территорий. Таким образом, талые и дождевые воды быстрее стекают с этой территории, и способствуют они образованию наводнений на реках. Аналогичное наблюдается при осушении для сельского хозяйства болот и заболоченных лесов. Например, после осушения земель бассейна р. Ясельды в Белоруссии ее сток, как показывают наблюдения (49), увеличился на 27%. Наблюдения, проведенные в Нечерноземной зоне

РСФСР, показывают, что в результате осушения земель весенний сток рек увеличился на 20—25%, меженный — на 10—15% (48). В пятидесятых и шестидесятых годах в Центральнoчерноземных областях было уделено значительное внимание осушению пойменных земель путем регулирования русл рек. В результате проведенных мероприятий годовой сток отрегулированных рек увеличился в среднем на 16—23%, а в многоводные годы (с обеспеченностью стока менее 10%) — до 40%, одновременно появилась русловая эрозия (48).

Ряд исследователей отмечает, что после осушения болот изменяются местные физико-географические факторы весеннего стока — растительность, снеговой покров, рельеф местности, влажность, водно-физические свойства, промерзание почвогрунтов и др., в результате чего на осушенных массивах в связи с образованием поверхностного стока имеет место водная эрозия. Об этом же свидетельствует опыт осушения пойменных земель р. Тисы и некоторых районов Нечерноземной зоны РСФСР (17).

Урбанизация территории, представляющая процесс сосредоточения промышленности и населения в крупных городах и являющаяся плодом научно-технической революции, весьма способствует массовой миграции населения в города и интенсивному росту городских поселений. Это приводит к активизации оползневых смещений, водной эрозии, усилению наводнений и даже селевых потоков.

Строительство многих городов в стране, в том числе и крупных, как свидетельствуют данные ряда исследователей (23, 25), сопровождается созданием искусственных форм рельефа, активизацией в этой связи оползней и водной эрозии, карстово-суффозионных явлений. Связано это со следующими факторами:

— прокладкой инженерных коммуникаций и дополнительным, таким образом, пополнением подземных вод, поступающих из сети водопровода и канализации;

— подрезкой склонов и изменением в этой связи как инженерно-геологических, так и гидрогеологических условий территории. Величина срезок в связи с вертикальной планировкой достигает в городах 50 м и более;

— перегрузкой верхней части склонов — результат строительства современных зданий с довольно высоким удельным давлением. На значительных площадях искусственное повышение отметок рельефа составляет от 3 до 50 м, а в отдельных случаях — 100—150 и даже 300 м (терриконники в городах);

— изменением инженерно-геологических условий зоны вследствие хозяйственного освоения прилегающих территорий, расположенных по абсолютным отметкам как выше, так и ниже зоны, которая подвергалась эрозии или оползням;

— прокладкой гидротехнических и транспортных тоннелей, откачкой подземных и забором поверхностных вод, движением наземного и подземного транспорта.

Антропогенный характер овражной эрозии наиболее ярко выражен в городских территориях и в пригородах, где причинами образования и роста оврагов являются: подрезка склонов, неорганизованный сброс талых и дождевых вод с городских застроенных и заасфальтированных территорий на незастроенные участки, уничтожение растительного покрова, устройство различных выемок без тщательной засыпки их в последующем. Иногда источником появления овражной эрозии служит утечка воды из водопроводных, сбросных и канализационных сетей. Однако следует оговориться, что в городах процесс эрозии развивается одновременно в двух противоположных направлениях — как активизации, так и ослабления. Овраги возникают, растут и вновь ликвидируются в связи с благоустройством территории города. Скорость развития оврагов в городах выше, чем в окрестностях. Например, в пределах городской территории Волгограда овраги растут со скоростью 7—8 м/год, а в окрестностях — 3—4 м/год (23).

Территория ряда городов страны весьма подвержена овражной эрозии. В некоторых городах Поволжья овражно-балочная сеть занимает 10—30% территории (23). Интенсивное оврагообразование наблюдается в Горьком, Ульяновске, Саратове, Днепропетровске, Курске, Брянске, Харькове, Ставрополе и др. (23).

Образование селевого потока вследствие урбанизации — явление не очень типичное, но тем не менее такой случай был зафиксирован в Киеве (23), в ши-

роко известном овраге Бабий Яр, который прежде имел глубину 53 м, ширину от 60 до 200 м, длину 2,5 км. В целях выравнивания территории для градостроительства в овраг производился намыв вскрышных песчано-глинистых пород из ряда карьеров кирпичных заводов способом гидромеханизации. К весне 1961 г. в овраге скопилось более 5 млн м³ пульпы максимальной мощностью до 30 м. Этот скопившийся материал двинулся по направлению к Днепру со скоростью 5 м/с. В район Подола поступило 700 тыс. м³ жидкого грунта, и затопило при этом 25 га городских территорий (23). Причиной образования селя является ряд инженерных ошибок, допущенных в начале намыва.

Урбанизация территории на водосборной площади рек, с одной стороны, увеличивает и ускоряет сток поверхностных вод из-за существенного сокращения площади впитывания почвогрунтов и транспирации растений; с другой стороны, в результате вторжения градостроительства в поймы рек и уменьшения таким образом фронта прохождения паводковых вод увеличивается скорость потока, глубина затопления и усиливаются наводнения. О влиянии урбанизации территории на величину стока поверхностных вод можно судить по данным Э. А. Лихачевой и др. (54), обобщившим результаты исследований по р. Неглинной в черте Москвы. Увеличение стока рек в связи с урбанизацией территории отмечается и в иностранной литературе (62).

К 1976 г. протяженность современных асфальтированных дорог достигла в стране почти 2 млн км. При этом суммарная протяженность дорожных выемок глубиной 5 м и более исчисляется многими тысячами километров, а суммарная протяженность дорожных насыпей высотой от 5 до 30 м, построенных на пересечениях пониженных форм рельефа, составляет сотни тысяч километров, протяженность железных дорог составляла более 220 тыс. км (23).

Строительство автомобильных и железных дорог, а в некоторых случаях и магистральных трубопроводов приводит к активизации оползней, селей, снежных лавин и водной эрозии. Активизация и усиление снежных лавин в результате строительства дорог отмечена в Киргизской ССР, восточных районах Казахстана, Восточной Сибири, оползней — в республиках Закавказья.

казья, Молдавии, на Северном Кавказе, в Крыму. На участке дороги Алушта — Никита в Крыму при строительстве троллейбусной дороги возникли 20 новых оползней и активизировались пять потухших, и, таким образом, оползневые участки составили 8,2% протяженности дороги (23, 32). В процессе строительства железнодорожной линии Абакан—Тайшет проявились оползни на Туманшетском, Сарачетском и Абакумовском косогорах (32). Аналогичные явления наблюдались на Южной железной дороге (7). Наличие пригрузки склона породами, его подрезки, резкого увеличения притока атмосферных осадков или подземных вод и др. ускоряет оползневой процесс. Например, в месте слияния рек Зеравшан и Фанадарьи у поселка Айни 24 февраля 1964 г. на высоте 1400 м, на склоне крутизной 33°, сложенном палеозойскими песчаниками, сланцами и древней корой выветривания мощностью до 60 м, произошел оползень-обвал объемом около 20 млн м³ в результате подрезки склона. Обвал полностью перекрыл русло и часть долины Зеравшана. Длина завала составила 800—850 м, ширина — 600—650 м, высота над дном каньона, где протекала река, достигла 150 м. Благодаря принятым мерам катастрофы удалось избежать. Из тела завала водой постепенно вынесен весь гравелисто-песчаный грунт (14). По данным экспедиции МГУ (30), в районе поселка Айни могут произойти 17 аналогичных перекрытий реки оползнями объемом от 1 до 30 млн м³. Аналогичные оползневые смещения в результате подрезки склонов при строительстве автомобильных дорог в Таджикистане наблюдались у селения Урметан (1966 г.), в районе перевалов Шар-Шар, Анзой, Чермозак (38). Как показывают результаты долговременных наблюдений в бассейне р. Орегон (США), оползни в местах строительства дорог в 27 раз выше, чем в лесных массивах (64).

Обобщение результатов исследований ряда авторов (11, 23) позволило выявить комплекс причин, способствующих проявлению оползневых смещений после строительства автомобильных и железных дорог, а иногда и прокладки магистральных нефте- и газопроводов. Это следующие причины:

— подрезка склонов в процессе строительства и изменения в этой связи как инженерно-геологических, так и гидрогеологических условий;

— перегрузка верхней части склонов устройством насыпей в процессе строительства транспортных коммуникаций;

— изменение инженерно-геологических и гидрогеологических условий зоны вследствие хозяйственного освоения прилегающих территорий, расположенных как выше, так и ниже по склону;

— появление динамических нагрузок, создаваемых проходящими транспортными средствами — автомобилями и поездами.

Кроме того, оползни происходили в результате ошибок в проектировании и строительстве. Это следующие ошибки:

— в процессе инженерно-геологических и гидрогеологических изысканий и исследований — как в части качества, так и в части охвата прилегающих территорий;

— в процессе проектирования — не предусмотрены сооружения для предупреждения от оползней или предусмотрены, но в недостаточном количестве и нужном качестве; не учтена возможность развития отраслей народного хозяйства вдоль трассы как выше, так и ниже ее по склону;

— в процессе строительства — не соблюдены инженерно-геологические рекомендации в части сроков и очередности проведения строительных и противооползневых работ, нарушения технологии производства строительных работ, в том числе применения взрывов в целях прокладки трасс;

— в процессе эксплуатации — отсутствие профилактического ремонта и ухода за сооружениями, построенными для защиты транспортных коммуникаций от оползневых смещений.

Некоторые исследователи (23) выделяют дорожную эрозию как один из видов линейной эрозии. Водная эрозия имеет место на дорогах Крыма, Кавказа, северной части страны. Образование оврагов на дорогах сопряжено преимущественно с устройством глубоких выемок и высоких насыпей вдоль трассы, нежеланием строить сопрягающие сооружения при сбросе воды из кюветов в балки, ручьи и реки, отсутствием должного контроля и ремонта сооружений, предназначенных для сброса воды.

Активизация и усиление оползней происходят также в результате хозяйственной деятельности колхозов

и совхозов, земли которых расположены в оползневой зоне. К числу таких причин исследователи Молдавии (42) относят:

— глубокую распашку склонов под многолетние насаждения без предварительной оценки их устойчивости, в результате чего существенно увеличивается инфильтрация атмосферных осадков;

— распашку оползневых участков или отдельных их частей без принятия мер по предотвращению их активизации. При этом допускается перегрузка головной части оползня вследствие производства планировочных работ и улучшения таким образом условий инфильтрации атмосферных осадков;

— строительство каналов с подрезкой склона для сброса воды из прудов, возводимых хозяйственным способом, без специальных укрепленных водосбросных сооружений;

— разработку для строительных целей горных пород — песка, глины, камня — в нижней части склонов, вследствие которой в склоне меняется соотношение между удерживающими и сдвигающими силами в пользу последних;

— террасирование стенок срыва древних оползней с целью освоения их под многолетние насаждения или облесение. При устройстве террас подрезается стенка срыва и создаются благоприятные условия для инфильтрации поверхностных вод;

— разработку песчаников для строительных целей из стенок срыва древних оползней. Отвалы этих карьеров сдвигаются обычно вниз по склону — в головную часть оползня; увеличивается таким образом нагрузка и крутизна стенок срыва (забоя карьера) и активизируется оползень;

— устройство противоэрозионных водозадерживающих валов в головной части старых оползней приводит к повышению влажности горных пород вследствие инфильтрации задерживаемых вод;

— возведение хозяйственных зданий в верхней, более пологой части оползневого склона без учета оползневой опасности и принятия соответствующих защитных мер;

— устройство на склоне выровненных площадок различного назначения и размера с подрезкой верхней части и пригрузкой срезанным грунтом нижней части склона;

- устройство на оползневом склоне небольших водоемов для водопоя скота;
- разработку известняков открытым способом;
- устройство карьеров грунта в верхней и средней частях склона, где создаются благоприятные условия для скопления поверхностных вод;
- устройство насыпей грунта в приводораздельной части склонов без уплотнения и придания откосам требуемых углов для обеспечения их устойчивости;
- устройство стоковых ям животноводческих комплексов без достаточной противофильтрационной защиты, плохая эксплуатация этих сооружений;
- устройство свалок мусора, в том числе строительного, особенно в головной части оползня;
- рубку деревьев и кустарников на оползневых и оползнеопасных склонах.

При быстрых сработках горизонтов водохранилищ, примерно на 0,3—1 м и более в сутки, возникает гидродинамическое давление, достаточное для образования или активизации оползней. Это отмечено на Ладжанаурском водохранилище (14). Существующие и создаваемые крупные водохранилища Средней Азии — Чарвакское, Нурекское, Токтогульское, Сурхандарьинское, Ахангаранское и др. — расположены в районах со сложными инженерно-геологическими условиями. Величина ежегодной сработки указанных водохранилищ составляет от 16 до 60—90 м, что приводит к формированию на береговых склонах крупных оползней и ежегодному возобновлению активной переработки берегов (14).

Строительство водохранилищ на Волге, Днепре, Ангаре сопровождается активизацией оползневых процессов. К началу гидроэнергетического строительства на Ангаре многие оползни были стабилизированы, а отдельные из них находились в стадии глубокой ползучести со скоростью движения 0,5—2 мм в год. Создание первых водохранилищ на Ангаре вызвало активизацию оползневых процессов, и теперь смещение за год колеблется от 2 до 19 см (20). Связано это с изменением гидрогеологической обстановки, абразией и обрушением берегов водохранилищ и ликвидацией лесов в прибрежной полосе. После строительства водохранилищ на Каме интенсивность развития овражной сети на их берегах увеличилась в 3—4 раза (18). Это сопряжено со значительным ежегодным колеба-

нием уровня воды в водохранилище, с абразией и обрушением берегов. Характерно это прежде всего для водохранилищ, берега которых сложены преимущественно лёссовидными суглинками. После строительства водохранилищ наиболее интенсивно развивается водная эрозия в нижнем бьефе. Происходит это так. Уровни воды в устьях притоков ниже плотины понижаются, возрастают уклоны поверхности воды, увеличиваются скорости течений. Речной поток, освобожденный в водохранилище от наносов, на участке ниже плотины более интенсивно разрабатывает русло, углубляя его на протяжении десятков километров. Одновременно интенсивно развиваются речные русла притоков и соответственно овражная эрозия по их берегам. Следующим этапом в этом процессе являются оползни. Наглядным примером в этом отношении является долина р. Караункюр в Киргизии (38).

Другим примером является Чарвакское водохранилище, в зонах сработки которого и выше наблюдается плоскостная эрозия. А линейная эрозия отмечается в долинах саев и временных водотоков, впадающих в водохранилище. Густота овражной сети достигла при этом 1,5—2 км на 1 км² площади (13).

В целом в результате проведенных наблюдений на берегах водохранилищ установлен следующий сложный парагенетический комплекс явлений:

— весной на абразионных береговых склонах (в том числе и на залесенных склонах), где выходят грунтовые воды и сбегает большое количество временных водотоков, развивается водная эрозия, которая сопровождается активным проявлением абразионного процесса;

— в формировании берегов водохранилища большую роль играет оползневой процесс. В результате оползания пород резко возрастает скорость разрушения склона, поскольку перемятые оползнем отложения легче поддаются абразии — главному фактору, выводящему склон или древний оползень из состояния равновесия. Большое значение в уменьшении несущей способности пород имеет увлажнение грунтов в теле оползня, наблюдаемое при подъеме уровней воды в водоеме и грунтовых вод. Таким образом, активизируются ранее существовавшие и возникают новые оползни. Так, на Цимлянском водохранилище оползни стали развиваться на более высоких абсолютных от-

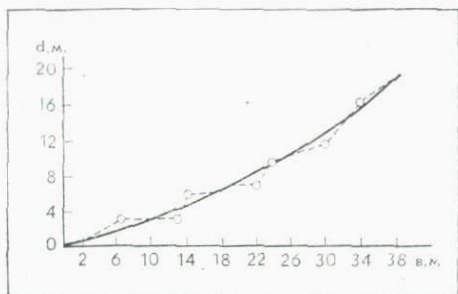


Рис. 8. Зависимость оползневых смещений от переработки берегов Камского водохранилища (по И. Л. Печеркину)

метках (40—60 м против 0—16 м) и получили большой размах у поселков Кривский и Цимлянский. Вследствие подхода воды к ранее блокированному поймой с низкими террасами коренному берегу здесь образовались новые оползни (29). Зависимость оползневых смещений от переработки берегов Камского водохранилища показана на рис. 8.

Сами водохранилища вызывают также прогибание земной поверхности и активизацию землетрясений в районах, характеризующихся повышенной сейсмичностью. В большинстве случаев водохранилища не оказывают серьезного влияния на подстилающие горные породы и инженерные сооружения. Однако иногда крупные водохранилища за счет созданного напора в 100 м и более могут оказывать сильное давление на нижележащие слои. Величина их прогибания тем больше, чем больше объем накопленной воды, т. е. выше удельное давление столба воды, интенсивнее колебание уровня воды в водохранилище. В 1959—1963 гг. в Африке на р. Замбези было создано крупнейшее в мире водохранилище с площадью зеркала 6,5 тыс км² и объемом 170 млрд м³. По мере заполнения водохранилища поверхность земли под ним и вокруг стала «шевелиться». Специальные высокоточные геодезические измерения обнаружили прогибание земной коры около берега нового водоема на 13 см, а на расстоянии 50—100 км от него — на несколько сантиметров. Под водохранилищем и вблизи него на глубине 10—20 км начали возникать землетрясения

слабой и умеренной силы. Прогибание земной коры и усиление сейсмической активности наблюдались при заполнении таких крупнейших водохранилищ, как Гувер Дэм в США, Койна в Индии, Кремаста в Греции, Монтаньер во Франции, Куробэ в Японии, Синьфын в Китае. Кстати, как только впервые 23 сентября 1961 г. водохранилище Синьфын достигло своего максимального уровня — 115 м, было отмечено увеличение как числа, так и силы землетрясений. В СССР подобные явления наблюдались при создании Братского и Красноярского водохранилищ. После заполнения водохранилища Нурекской ГЭС на 100 м (проектная глубина — почти 300 м) резко возросла активность землетрясений. Результаты наблюдений за землетрясениями в связи с созданием водохранилищ показали: глубина очагов, как правило, незначительна — 5—10 км, соответственно уменьшается радиус зоны сотрясения, сейсмические толчки имеют незначительную магнитуду — менее 2—2,5, реже достигают 3—5, и только в отдельных случаях наблюдаются 6—6,5 (10, 23, 36, 37).

Особо следует сказать о негативном воздействии строительства водохранилищ в условиях вечной мерзлоты. Тепловое влияние водохранилища активизирует деградацию многолетней мерзлоты, способствует интенсивному развитию солифлюкции, термокарста, смывов, оползней, эрозии и заболачивания. Медленное оттаивание пород сезонномерзлого слоя накладывает свой отпечаток на процесс абразии берегов. В начале лета мерзлые породы сдерживают размыв берегов, после оттаивания скорость абразии возрастает. На участках с многолетней мерзлотой увеличивается роль термоабразии.

Оползни и водная эрозия проявляются также в результате строительства ирригационных каналов и орошения земель. Оползневые смещения наблюдались вдоль Невинномысского и Алханчуртского магистральных каналов на Северном Кавказе, на Кеховском канале в Грузии и на других каналах, на орошаемых землях в Молдавии, Таджикистане (25). Подрезка склонов оросительными каналами приводит к изменению установившегося состояния в массиве пород и вызывает появление на них оползней. Например, на трассе канала Гулома в Таджикистане устройство полки шириной 10—15 м на склоне, сложенном глини-

стым делювием, вызвало образование летом 1973 г. ступенчатых оползней (15). Аналогичным образом в 1969 г. образовался оползень объемом около 15 тыс. м³ в районе Таджикабада, где каналом была подрезана нижняя часть склона, сложенного лёссовидными суглинками. Подобное наблюдалось вдоль Рахатинского и Даштималикского магистральных каналов в Таджикистане.

Способность верхней части лёссовой толщи давать при увлажнении просадки с образованием глубоких — до 8 м — трещин является фактором, способствующим смещению пород на склонах. По таким трещинам поливные воды и атмосферные осадки проникают в глубь склона, что приводит к потере его устойчивости. Камчинский оползень, происшедший 31 июля 1973 г. в северо-восточной части Душанбе, является типичным примером оплывания верхнего полутора-метрового слоя лёссовых пород вследствие чрезмерного увлажнения при поливах. Склон крутизной 24—25° и высотой около 80 м в верхней части переходит в выровненную площадку, где наряду с многолетними насаждениями были посеы люцерны. Многолетнее неупорядоченное орошение привело к повышению влажности грунтов на 18—30% на глубину свыше 15—20 м, а обильное орошение методом затопления в течение нескольких дней вызвало оползень-поток объемом около 1 тыс. м³. Оползни такого типа происходят обычно мгновенно, и в данном случае он сопровождался серьезными последствиями (14, 15).

Полив по бороздам с большими поливными и оросительными нормами на лёссовых породах приводит к просадочным явлениям, последние способствуют формированию оползней. В наибольшей мере такие оползни будут развиваться в предгорных районах Дангаринской, Кызылсу-Яхсуйской и Вахшской долин Таджикистана. Появление вследствие орошения даже самого маломощного водоносного горизонта на контакте лёссовых и подстилающих пород может вызвать образование крупных оползней. После строительства Цимлянского водохранилища в береговой зоне начались массовые поливы огородных участков, в результате возникли обширные оползни непосредственно за бровкой коренного плато. Некоторая стабилизация вновь образовавшихся оползней стала наблюдаться после прекращения поливов. Подобные случаи наблюдались

и на берегу Пролетарского водохранилища, где стабилизация оползней произошла также в результате прекращения поливов (29).

Интенсивное освоение под орошение земель со значительными уклонами — 0,02 и более — почти во всех союзных республиках сопровождается плоскостным смывом почвенного слоя. Наиболее характерна водная эрозия орошаемых земель в Армянской ССР, где свыше 130 тыс. га, т. е. более 40% площади орошаемых земель республики, подвержены плоскостному размыву (61). Более 90% территории Армении расположено на отметках выше 1 тыс. м над уровнем моря; согласно наблюдениям, с каждого гектара орошаемых земель ежегодно смывается около 25 м³ почвенного слоя. Ирригационная эрозия наблюдается при поливе сельскохозяйственных культур по бороздам или напуском на неспланированных полях.

На средне- и слабокаменистых почвах Иссык-Кульской котловины проведены исследования ирригационной эрозии на посевах пропашных (кукуруза) и зерновых колосовых культур. Результаты изучения влияния величины поливной струи и длины борозды на степень эрозии показали (3) возрастание количества смытого мелкозема. Так, при поливе струей 0,3 л/с вынос мелкозема составил 0,44—0,55 т/га в борозде длиной 100 м. Это в 4 раза меньше, чем при поливе струей 0,6 л/с. Следует также отметить, что при всех используемых величинах поливных струй отмечалось перемещение почвенных частиц в большом количестве из верхней части участка борозды в нижние. Изучение количества и качества твердого стока, выносимого при поливе сбросными водами, показало увеличение содержания питательных веществ в вынесенном мелкоземе. Если в пахотном слое содержание гумуса в среднем составило 2,7%, азота — 0,25, фосфора — 0,22%, то в вынесенном мелкоземе их содержание увеличилось соответственно до 5; 5,4 и 4,6%. На второй год полива струями 0,3; 0,4 и 0,6 л/с произошло снижение урожая кукурузы на зеленую массу соответственно на 7,3; 20,3 и 23,2%.

Анализ механического состава твердого стока показал, что под влиянием ирригационной эрозии почва прежде всего обедняется мелкоземом. Так, если почва пахотного слоя содержала песка 12,6%, глины 37,8%, то в образцах твердого стока сбрасываемой воды со-

держание песка составило 7,9%, а глины 54,2%. Содержание гумуса в твердом стоке также в 1,2—1,4 раза больше, чем в почве пахотного слоя. Согласно прогнозам специалистов, при поливе по бороздам на землях с уклоном 0,02—0,06 верхняя часть склонов за 50 лет может измениться на 10—60% от первоначальных уклонов (3,29).

Современный парк дождевальной техники комплектуется машинами и установками многих типов. Искусственный дождь оказывает на почву эрозионное воздействие, степень которого колеблется от слабого до очень сильного. Выявлена пространственная неоднородность эрозионных условий, формирующихся при поливе склонов дождевателями. При вращении дождевателей на поверхности почвы образуются концентрические полосы с различной структурой, плотностью, способностью впитывать осадки и формировать поверхностный сток. Схемы орошения предусматривают перекрытие струй соседних дождевателей. В зонах перекрытия эрозионное воздействие дождя на почву усиливается. Очагами эрозии почв при дождевании являются колеи прохода сельскохозяйственной техники и самих дождевальных машин. В процессе полива листья высокостебельных культур трансформируют мелкокапельный искусственный дождь в крупнокапельный эрозионноопасный, а вертикальный сток осадков по стеблям приводит к формированию у их оснований струйчатых размывов. Как показал опыт орошения на землях первой очереди Городищенской оросительной системы в Волгоградской области, при поливе ДМ «Фрегат» на склоновых землях с уклоном более 0,02 отмечается возникновение ирригационной эрозии.

Ирригационная эрозия имеет место и при поливе дождеванием с завышенными поливными нормами, и на участках с небольшими уклонами. Эрозионные процессы при поливах в бассейне Днестра начинаются тогда, когда на полях образуется слой воды, т. е. когда скорость впитывания воды почвой ниже ее поступления на поле. Значительное увеличение площади орошаемых земель без профилактических мероприятий может привести к опасному развитию эрозионных процессов на таких полях. Наблюдения, проведенные в Молдавии, показывают, что при разовом поливе шлейфом СДУ-111 твердый сток составил 78 кг/га, а при

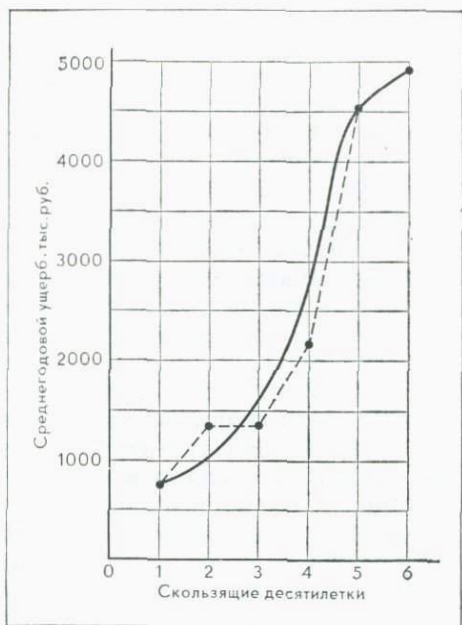


Рис. 9. Динамика ущербов от паводков за 1966—1980 гг. в бассейне р. Горыни

орошении установками КИ-50 с большой интенсивностью дождя — 1700 кг/га (44).

Пойменные земли большинства рек являлись всегда своеобразным аккумулятором паводковых вод. В результате строительства автомобильных дорог, перегораживающих, как правило, своими дамбами поймы рек, возведения различных промышленных и гражданских объектов с локальной защитой их дамбами, осушения пойменных земель для сельскохозяйственных целей (с устройством дамб) ухудшаются условия прохождения паводков, нарушается как уровенный, так и расходный режимы рек, а это приводит к ретрансформации паводков, увеличению частоты затоплений, повышению уровней воды при прохождении половодий (при этом затопляются даже первые надпойменные террасы) и в целом к увеличению ущерба от наводнений. Об этом свидетельствует приводимый на рис. 9 график среднегодовых ущербов в бассейне Го-

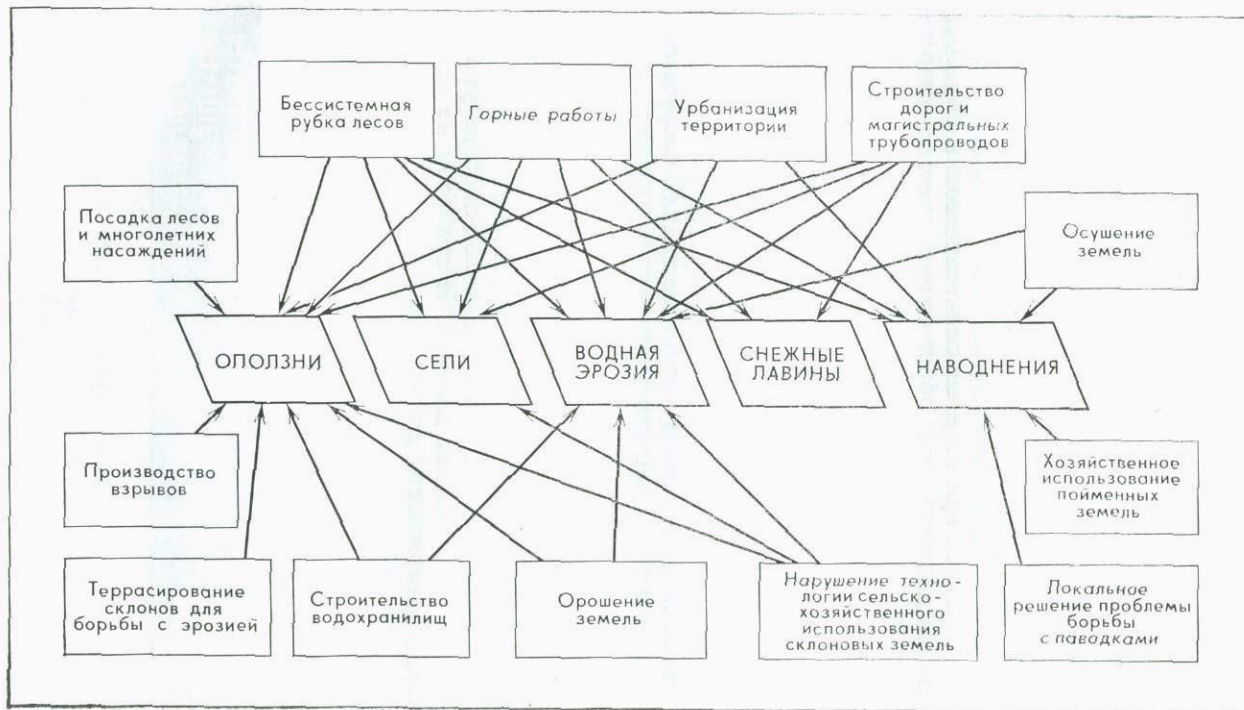


Рис. 10. Возникновение стихийных явлений от антропогенного воздействия на природную среду

рыни в Белоруссии, построенный автором по методу скользящей средней. Суть этого метода заключается в том, что берется динамический ряд ущербов за многолетний период. На основании этих данных рассчитываются среднегодовые показатели за каждый (в данном случае десятилетний) период.

Одной из причин возникновения оползней, как отмечают некоторые исследователи (23, 34), является воздействие массовых взрывов при проходческих работах и прокладке инженерных коммуникаций, так как образующиеся при этом сейсмические волны способствуют расширению или образованию трещин, разрыхлению пород и их смещению.

Антропогенное влияние на возникновение и усиление горных обвалов и камнепадов проявляется при подрезке склонов, при прокладке транспортных коммуникаций, производстве горных работ, в нарушении структуры горных пород при производстве взрывов, в динамическом воздействии движущегося автомобильного и железнодорожного транспорта, при неудовлетворительном состоянии водоотводящих сооружений, построенных для защиты транспортных и иных коммуникаций.

На основе изложенного автором составлена схема антропогенного воздействия на активизацию и усиление стихийных явлений, которая приведена на рис. 10. Следует заметить, что в результате антропогенного воздействия может возникнуть какой-либо из указанных видов стихийных явлений. И при этом не исключается возможность дальнейшего цепного взаимодействия стихийных явлений в соответствии со схемой, приведенной на рис. 6.

3

Ущерб, затраты и эффект защиты от стихийных явлений

Отдельные примеры, приведенные в предыдущих и последующих главах, показывают, что стихийные явления наносят еще существенный ущерб народному хозяйству страны. На основе анализа многочисленных опубликованных примеров автором установлены от-

Таблица 3.1

Отрасли народного хозяйства	Стихийные явления					
	оползни	сели	водная эрозия	наводнения	снежные лавины	горные обвалы, камнепады
Сельское хозяйство	+	+	+	+	+	-
Лесное хозяйство	+	+	+	+	+	+
Рыбное хозяйство	-	-	+	+	-	-
Коммунальное хозяйство	+	+	+	+	+	+
Промышленность	+	+	-	+	+	+
Транспорт и связь	+	+	+	+	+	+
Энергетика	+	+	+	+	+	+
Строительство	+	+	-	+	+	+
Рекреация	+	+	+	+	+	+

Примечание. + оказывает негативное воздействие; - не оказывает негативного воздействия.

расли народного хозяйства, которые подвержены воздействию стихийных явлений (табл. 3.1).

Таблица показывает, что имеется мало отраслей народного хозяйства, на которые в той или иной мере не оказывали бы негативного воздействия перечисленные виды стихийных явлений.

Рассматривая вопрос ущербов, наносимых стихийными явлениями, следует отметить, что в СССР отсутствует систематический учет ущербов, имеющиеся данные по фиксации ущербов носят преимущественно отрывочный, а порой случайный характер. Судя по данным литературных источников (11, 12, 17, 19, 24, 28, 29, 34, 35, 38, 43, 45, 57, 58), имеет место учет только прямого экономического ущерба, а косвенные экономический и социально-экологический ущербы не учитываются вообще, хотя масштабы последнего немалые. Объясняется это, с одной стороны, отсутствием общепризнанной методики учета ущербов, наносимых стихийными явлениями, с другой стороны, нежеланием собирать подобную информацию. Отсутствие полной и систематической информации об ущербах ведет к искажению фактов, а это в свою очередь не позволяет своевременно и в требуемом объеме предпринимать защитные меры по сокращению и предотвращению негативного воздействия стихийных явлений на отрасли

народного хозяйства, а главное, затрудняет экономическое обоснование проектируемых защитных сооружений и мероприятий.

На сильноосмытых почвах Молдавии урожайность сельскохозяйственных культур снижается на 50—70%; получаемый хозяйствами доход уменьшается в 4—6 раз, и общие ежегодные убытки от недобора продукции растениеводства из-за эрозионных процессов составляют 250 млн руб. (61). По данным расчетов, объем ежегодно смываемого гумуса плодородного слоя почвы с пораженных эрозией массивов оценивается по стране 10—11 млрд руб., а стоимость недополученного в этой связи урожая составляет 8—10 млрд руб. в год (24, 50, 60).

Из-за периодических наводнений Амурская область теряет в среднем за год 26% валового дохода народного хозяйства (54). Прямые среднегодовые ущербы от наводнений в ряде речных бассейнов достигают десятков миллионов рублей, а в отдельные годы — сотни миллионов рублей. Возможная площадь затопления паводковыми водами составляет по стране около 500 тыс. км², а ежегодно затапливается от 36 до 56 тыс. км² (16, 17). Анализ многолетних данных ущербов от наводнений по ряду бассейнов рек страны — Днестра, Среднего Амура, Зеи, Припяти, Терека, Томи — показал, что среднемноголетний прямой ущерб отраслям народного хозяйства в расчете на 1 га затапливаемой площади составляет 380 руб. При этом максимальные ущербы превышают показатели среднемноголетних данных в 2,5—3 раза (54). Например, в выдающийся в бассейне Днестра паводок 1969 г. сумма ущерба составила 1132 рубля в расчете на 1 га затапливаемой площади, а в среднем за многолетний ряд по бассейну она в 3 раза меньше. При затоплении по стране за год от 36 до 56 тыс. км² сумма среднегодового прямого ущерба отраслям народного хозяйства находится в пределах 1,4—2,1 млрд руб. Из этой суммы около 70% ущерба приходится на сельское хозяйство (16).

В Ошской области Киргизии селевые потоки наносят ущерб сельскохозяйственному производству: заваливают посевные площади грязекаменной массой, оставляют поля на длительный срок без поливов из-за разрушения гидротехнических сооружений, занесения каналов и труб продуктами селей. За пять лет в ре-

зультате действия селей в бассейне Акбуры недобор продукции растениеводства составил 16,3 млн руб., животноводства — 6 млн руб. За период с 1965 по 1976 г. только на восстановление ирригационных объектов после селевых потоков на р. Аравансай израсходовано более 3 млн руб. (45). Однако проявление селей этим не ограничивается. В зоне действия селевых потоков находятся и населенные пункты. Так, например, в результате прохождения селевых потоков летом 1977 г. пострадали многие населенные пункты Фрунзенского и Наукатского районов, в том числе и город Кызыл-Кия, где ущерб объектам народного хозяйства составил десятки миллионов рублей. Расчеты, произведенные по Джунгарскому Алатау (Казахская ССР), показали, что годовой ущерб от селей составляет 10—30 тыс. руб. на 1 га застроенной территории (43). В 1946 г. селевыми потоками на р. Гетар нанесен прямой ущерб Еревану на сумму 6 млн руб. (49). В отдельные неблагоприятные годы ущерб от селей достигает 500 млн руб. (45), а в среднем за многолетний ряд по стране — 60 млн руб. (28), из них примерно половина суммы ущербов падает на сельское хозяйство. Много неприятностей доставляют селевые потоки населению. Особенно опасны селевые потоки, обрушившиеся на населенные пункты ночью. В зоне возможного воздействия селей только в Казахской ССР проживает свыше 5 млн человек. Расчетный ущерб, который может быть в случае отсутствия противоселевых сооружений, по Заилийскому Алатау (без Алма-Аты) и Джунгарскому Алатау оценивается в 460 млн руб. в год (43). Ежегодные убытки от селей составляют в Таджикистане десятки миллионов руб. (18).

Народному хозяйству Грузинской ССР ежегодно наносится оползнями ущерб, измеряемый несколькими десятками миллионов рублей. Однако негативные действия оползней в республике этим не ограничиваются. Например, в 1968 г. в результате активизации оползней были деформированы 4500 приусадебных участков, и их владельцам пришлось предоставить новые за счет изъятия сельскохозяйственных угодий (11). Убытки, наносимые ежегодно оползнями объектам народного хозяйства и населению деревень Молдавии (без учета потерь земель), составляют десятки миллионов рублей, а площадь земель, вышедших при этом из сель-

скохозяйственного оборота, к 1981 г. достигла почти 35 тыс. га (39). В десятках крупных и средних городов после застройки новых районов многоэтажными домами и прокладки инженерных коммуникаций начались оползневые явления, которые ранее в типичной форме не наблюдались. Например, северо-западная часть Барнаула, расположенная на левом берегу р. Оби, стала подвергаться интенсивным оползневым процессам (44). Значительный ущерб наносят оползни городам Майли-Сай, Таш-Кумыр, Сулюкта, Кок-Янгах и ряду других мест Ошской области. Они создают угрозу непрерывному и безопасному движению поездов на Кок-Янгахском и Сулюктинском участках железной дороги, нарушают безопасность движения автомобильного транспорта, препятствуют сельскохозяйственному освоению значительных массивов угодий, создают угрозу неконтролируемого перекрытия горных рек (32). Из 3500 зафиксированных оползневых проявлений в Таджикской ССР 700 представляют угрозу объектам народного хозяйства республики (32).

Ежегодный прямой и косвенный ущерб от оползней в США оцениваются в 1,6 млрд долл. (1983 г.), в Японии — в 1,5 млрд (1982 г.), в Италии — в 1,4 млрд (1980 г.), в Индии только на дорогах — в 1 млрд долл. (40).

Снежные лавины представляют серьезную угрозу для людей, транспорта, линий связи и электропередачи, для жилых и производственных зданий и сооружений. Например, на автомобильной дороге Усть-Каменогорск — Зыряновск в 1966, 1969 и 1973 гг. наблюдался массовый сход лавин, в результате было полностью парализовано движение транспорта, нарушалась телефонная связь и был уничтожен лесной массив (20). В результате схода снежных лавин Киргизская ССР несет огромный ущерб. Зимой 1968/69 г. в силу разрушения зданий и сооружений и гибели скота ущерб от селей составил 6,6 млн руб., а убытки промышленных предприятий от простоев измерялись несколькими миллионами рублей (31). На Кавказе многим памятна суровая зима 1986/87 г., когда в снежном плену оказались целые районы: мощные лавины обрушились на села, разрушили жилые дома, хозяйственные объекты, коммуникации, надолго блокировали движение на горных дорогах (29). Весной 1966 г. в горах Алтая, Джунгарского Алатау, Тянь-

Шаня и Памиро-Алая почти одновременно сошли катастрофические лавины, ущерб от которых в одном только бассейне р. Тургусун в Восточном Казахстане превысил 1 млн руб. (47).

Защита земель и объектов народного хозяйства от стихийных явлений требует значительных капитальных вложений. Например, в бассейне Днестра для защиты от водной эрозии на каждый гектар сельскохозяйственных угодий приходится вкладывать 133 руб.

На каждый рубль предотвращаемого ущерба от наводнений в том же бассейне приходится вкладывать 18,4 руб. Аналогичный показатель по защитным сооружениям Ленинграда от нагонных явлений составляет 8 руб. (16, 17). На каждый гектар защищаемой от наводнений площади в бассейне р. Суйфун приходится вкладывать от 890 до 1630 руб., а в бассейне рек Хоби и Очхамури — по 1192 руб. На борьбу с паводком, имеющим местное название — дейгиш, на Амударье до строительства крупных регулирующих водохранилищ приходилось вкладывать в среднем по 22 млн руб. ежегодно, после строительства водохранилищ проблема борьбы с дейгишем в основном решена.

На Кавказе для обеспечения нормальной эксплуатационной деятельности железных дорог в течение многих лет непрерывно ведется борьба с оползнями и обвалами. Северо-Кавказская, Закавказская и Азербайджанская железные дороги расходуют до 30% всех средств, отпускаемых ежегодно на капитальный ремонт железнодорожного полотна по сети дорог СССР, при этом затрачивается значительное количество различных материалов (12). В Молдавии на ремонт разрушенных оползнями 1963—1967 гг. железных и автомобильных дорог и перенесение их в обход оползневых участков ежегодно расходовались миллионы рублей (41).

Осуществление активных мер борьбы с оползнями связано с довольно большими и трудоемкими строительными работами и затратами. Например, стоимость комплекса противооползневого сооружения в некоторых районах исчисляется 600—800 тыс. руб. на 1 км оползневой зоны, а иногда достигает 1—1,5 млн руб. (22).

На ликвидацию ущербов от селей на железных дорогах Закавказья расходуется ежегодно более 1 млн

руб., а на восстановление разрушенных участков Военно-Грузинской автомобильной дороги — десятки миллионов рублей (49). Расчетная стоимость противоселевых сооружений и мероприятий по автономным республикам Северного Кавказа превышает 350 млн руб. (43). Расчеты, произведенные при обосновании противоселевых мероприятий в Джунгарском Алатау, показали, что осуществление комплекса противоселевых мероприятий по региону, занимающему 30 тыс. км², потребует затрат нескольких десятков миллионов рублей (43), которые в процентном отношении распределились следующим образом: 82% — на гидротехнические мероприятия; 14% — на агролесомелиоративные; 3% — на переселение населения из опасной зоны; 1% — на организацию службы наблюдения и предупреждения о селевой опасности. На Северном Кавказе затраты комплекса противоселевых мероприятий выглядят следующим образом: на организационно-хозяйственные мероприятия — 2,7%; на лесомелиоративные мероприятия — 13,2; на лугомелиоративные — 33,1; на гидротехнические сооружения — 50,9%.

ЗакНИГМИ для перспективного планирования предлагают следующие исходные данные, выведенные им в результате анализа экономических показателей противоселевого строительства в СССР (Грузия, Армения, Казахстан) и за рубежом (СФРЮ, США, Япония). Полная стоимость противозерозийных и противоселевых работ в бассейне (стабилизация русл и фитомелиорация), отнесенная к 1 км² площади водосбора, составляет в среднем около 60—70 тыс. руб., в том числе стоимость гидротехнических работ по стабилизации русл — 30—40 тыс. рублей. Для районов Северного Кавказа капитальные вложения на 1 км² водосбора составят порядка 120 тыс. руб., в том числе гидротехнические сооружения — 70 тыс. руб. Заметим, кстати, что в течение 10 лет (1971—1980 гг.) в четырех автономных республиках Северного Кавказа на борьбу с эрозией и селями было израсходовано более 85 млн руб. (43).

Укрепление 1 км берегов и русл рек от селевых потоков в зависимости от типа крепления оценивается (тыс. руб.): габионами — 70—90; бетонной и армобетонной облицовкой — 250; тетраэдрами — 800. По данным ГрузНИИГиМа, на полную стабилизацию 1 погонного км селевого русла, включающую селеот-

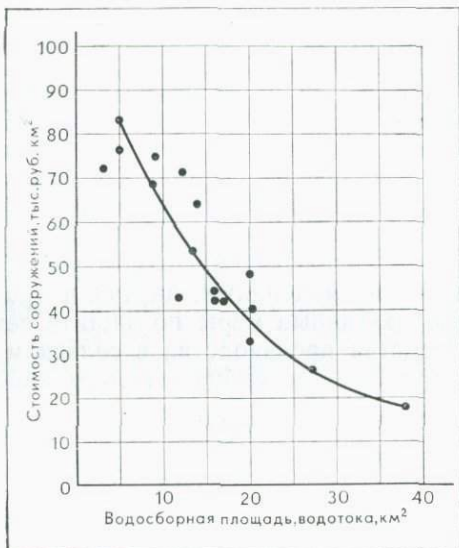


Рис. 11. Удельная стоимость противоселевых сооружений в зависимости от водосборной площади водотоков Армении

вод и селезащиту, требуется от 100—150 до 500 тыс. руб. (43). Удельная стоимость противоселевых сооружений в зависимости от водосборной площади водотоков Армении приведена на рис. 11.

Строительство селезащитной плотины типа сооруженной в урочище Медео при емкости селехранилища в 6 млн м³ обойдется примерно в 16—18 млн руб. (на создание 1 м³ емкости — 3—3,5 руб.). После прохождения селевого потока в урочище Медео осуществлялось строительство второй очереди селезащитной плотины. По проекту увеличение свободной емкости селехранилища до 12,6 млн м³ обеспечивалось путем наращивания существующей плотины на 41 м. Сметная стоимость строительства второй очереди была 29,4 млн руб., т. е. около 3 руб. на 1 м³ емкости селехранилища. Расходы на создание железобетонной крупноячейистой плотины с селехранилищем емкостью 14,5 млн м³ на р. Большая Алмаатинка составили 12,4 млн руб., или 1,5 руб. на 1 м³ полезной емкости (43).

По данным И. И. Херехулидзе, затраты на задер-

жание одного кубометра селевой массы в селеуловителе на р. Дуруджи (Грузинская ССР) составили 0,95 руб. (43).

Застройка 1 га склона противолавинных защитных сооружений обходится в 100—200 тыс. руб. На устройство каждого метра капитальных защитных галерей от снежных лавин вдоль автомобильных и железных дорог затрачивается от 1,5 до 6 тыс. руб., а разовая очистка от снега обходится в 150 руб. (56).

Учитывая значительные масштабы ущербов, наносимых стихийными явлениями, партия и правительство принимают активные меры по защите земель как «главного средства производства в сельском хозяйстве» (5) и сокращению ущербов народнохозяйственным объектам.

В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О неотложных мерах по защите почв от ветровой и водной эрозии» от 20.03.1967 г. вопросы борьбы с водной и ветровой эрозией подняты на уровень общегосударственных задач: Советам Министров союзных республик поручено «обеспечивать ежегодное выделение материально-технических ресурсов, необходимых для выполнения противоэрозионных и противоселевых работ, предусмотренных народнохозяйственным планом. Производство и поставку машин, оборудования и материалов, необходимых для осуществления указанных работ, рассматривать как выполнение одной из важнейших государственных задач». Противоэрозионные и противоселевые работы должны выполняться последовательно, не распыляя средств и материальных ресурсов, завершив работы в одном бассейне, перейти к другому.

В постановлении Совета Министров СССР «О мерах по улучшению защиты населенных пунктов, предприятий, других объектов и земель от селевых потоков, снежных лавин, оползней и обвалов» от 07.03.1978 г. предусмотрен комплекс защитных мероприятий. В частности, в целях выявления территорий, подверженных образованию указанных явлений и процессов, провести специальное обследование земель; на основании материалов обследований разработать и осуществить неотложные мероприятия по защите населенных пунктов, мест отдыха трудящихся, предприятий, других объектов и земель; организовать подразделения защитной службы для осуществления профи-

лактических мероприятий и проведения работ по ликвидации вредных последствий, вызванных этими гидрометеорологическими явлениями и геологическими процессами; в проектах годовых и пятилетних планов предусматривать выделение капитальных вложений, материально-технических, финансовых и трудовых ресурсов, необходимых для выполнения научно-исследовательских, проектно-изыскательских, строительных и других работ. В постановлении ЦК КПСС и Совета Министров СССР «О дополнительных мерах по усилению охраны природы и улучшению использования природных ресурсов» (01.12.1978 г.) указано, что «охрана природы и рациональное использование природных ресурсов в условиях быстрого развития промышленности, транспорта, сельского хозяйства и вовлечения в эксплуатацию все большего количества естественных ресурсов является одной из важнейших экономических и социальных задач Советского государства». Таким образом, борьба со стихийными бедствиями рассматривается в нашей стране как проблема государственной политики, и средства, необходимые на выполнение работ по защите земель и объектов народного хозяйства от стихийного воздействия, предусматриваются в Государственном плане экономического и социального развития страны.

Деятельность человека, направленная на рациональное использование природных ресурсов, улучшение условий жизни и труда, нередко сопровождается возникновением стихийных явлений, которые чреватые негативными последствиями в виде ущерба народнохозяйственным объектам — производственным и непроизводственным зданиям и сооружениям, шоссейным и железным дорогам, в том числе и сельскохозяйственному производству, где ущерб выражается главным образом в потере базиса производства — земли.

Проблема защиты земель от воздействия стихийных явлений касается сотен миллионов гектаров сельскохозяйственных угодий, поэтому она является чрезвычайно актуальной, так как с ростом населения страны, непрерывным увеличением потребности промышленности в сельскохозяйственном сырье, регулярным сокращением площади пашни, приходящейся на душу населения, и постепенным уменьшением возможности их расширения необходимо обращать внимание на сохранение земли как источника жизни населения

страны и обходиться с нею рационально и экономно. В данном случае имеем дело с особым видом ущерба, представляющего потерю такого основного фонда, как почвенный слой, в результате воздействия природных явлений. Почвенный покров земли в принципе является воспроизводимым природным ресурсом, однако в естественных условиях процесс превращения горных пород в почвы весьма продолжителен по времени и зависит от сочетания основных факторов почвообразования. Судить об этом можно по скорости образования почв на поверхности старых инженерных сооружений (каналов, дамб, курганов), время постройки которых известно.

Одним из первых ученых, занимавшихся этим вопросом в середине XIX в., был академик Ф. И. Рупрехт (46). Он обследовал близ города Седнева в Черниговской губернии около 800 курганов, на которых за 600 лет образовались черноземы мощностью от 15 до 23 см с содержанием гумуса 3,11—4,05%. Эти почвы имели меньшую мощность и содержали меньше гумуса, чем окружающие («первобытные», как их называл автор) почвы.

А. Т. Земляницкий (25) в сороковых годах нашего века изучал почвенные образцы на канале у Петрова Вала в Камышинском районе Волгоградской области, имевшие возраст 378 и 250 лет. Полученный им материал свидетельствует о том, что на дне канала, проходящего в тяжелых суглинках и достаточно обеспеченного влагой, за 378 лет сформировалась маломощная солонцовая почва с гумусовым горизонтом, равным 11 см и содержащим 2,23—3,22% гумуса. За это же время на дне канала, сложенном из супесей, образовалась почва мощностью 23 см с содержанием гумуса 0,54—3,79%.

В. А. Остроумов (42) пишет, что в полосе железной дороги Барнаул — Бийск на 50-летних выемках образовалась почва, которая мало отличалась как по мощности гумусового горизонта, так и по содержанию гумуса от окружающих почв и обладала достаточно высоким плодородием.

Из всех этих источников следует, что образование почвы в различных природных условиях происходит весьма медленно и своеобразно. Однако при интенсивном целенаправленном проведении комплекса мероприятий процесс гумусообразования в горных по-

родах можно значительно ускорить путем внесения повышенных доз органических удобрений — торфа, навоза, компостов, оптимизирующих реакцию среды, а это требует капитальных вложений. Таким образом, земельные ресурсы в процессе индустриализации, урбанизации и строительства инженерных коммуникаций невосвратимо будут уменьшаться, если не восстанавливать их в другом месте интенсивным путем, т. е. вложением государственных средств. Почве в качестве орудия и предмета труда присуща незаменимость в силу отсутствия альтернативных ресурсов, использование которых позволило бы удовлетворить первоочередные человеческие нужды. Значит, можно сказать, что производственное пространство (почва) является единственным и особым богатством каждого народа и государства, защита которого является необходимостью. Общесоциальное значение защиты земель вытекает из того, что «даже целое общество, нация и даже все одновременно существующие общества, взятые вместе, не есть собственники земли. Они лишь ее владельцы, пользующиеся ею, и, как добрые отцы семейств, они должны оставить ее улучшенной последующим поколениям» (1).

Кроме природных явлений уменьшению площади сельскохозяйственных угодий страны способствует отвод земель под строительство и открытую добычу полезных ископаемых. За 1958—1970 гг. для промышленного, гражданского и транспортного строительства в стране отведено более 20 млн га земель, в том числе свыше 10 млн га сельскохозяйственных угодий, а из них более 3,8 млн га пашни. В целом по стране под водохранилища отведено свыше 2,5 млн га сельскохозяйственных угодий, в том числе более 600 тыс. га пашни. В последние десятилетия для нужд промышленности, энергетики, градостроительства, транспортных и других целей отводилось в нашей стране ежегодно 1—1,5 млн га сельскохозяйственных угодий (30).

В СССР в настоящее время приходится почти 9 га всех земель на каждого жителя. Это немало. Однако из 2 231,2 млн га общей площади земель Советского Союза только 27% занимают сельскохозяйственные угодья, а пашня — главный источник производства сельскохозяйственной продукции — лишь 10%. В силу роста количества населения страны и регулярного изъятия под строительство удельная площадь пашни

(в расчете на одного жителя) уменьшается. Если в 1934 г. на одного жителя приходилось 1,31 га, в 1960 г. — 1,05, то к началу 1980 г. она составила всего лишь 0,86 га пашни (15).

Изымаемые и теряемые земли можно было бы компенсировать прежде всего за счет освоения новых земель, однако свободных земель, пригодных для освоения, остается все меньше. Как отмечает Г. В. Воропаев (33), в ближайшие 2—3 десятилетия в нашей стране будут полностью исчерпаны резервы расширения земель в лесостепной и степной зонах, большая часть резервов в сухостепной и субтропической зонах, поэтому пришлось бы развернуть в значительных объемах работы по освоению земель в таежных лесах. Естественно, по мере продвижения в труднодоступные и ранее считавшиеся непригодными для сельскохозяйственного производства районы освоение новых земель становится все более дорогостоящим мероприятием. К тому же коренное улучшение новых сельскохозяйственных угодий путем их орошения будет затруднено из-за недостатка или отсутствия водных ресурсов. В настоящее время для восполнения ежегодных потерь площади сельскохозяйственных угодий в результате их изъятия необходимо осваивать новые земли. Исходя из действующих нормативов, в освоение новых земель требуется ежегодно вкладывать более 800 млн руб. государственных средств (15). В перспективе, в связи с вовлечением в сельское хозяйство низкопродуктивных земель, капитальные вложения на их мелиорацию будут возрастать.

Защита земель сельскохозяйственного назначения от воздействия стихийных явлений исключит потери продукции, а за счет интенсификации земледелия на сохраняемых землях можно получить дополнительную сельскохозяйственную продукцию. При этом сокращается потребность в освоении новых земель.

При защите сельскохозяйственных земель различают в нашей стране два вида предотвращаемого ущерба: экономический и социально-экологический.

Экономический ущерб, наносимый земельным ресурсам, представляет собой выбытие земель из сельскохозяйственного оборота в результате смыва почвенного слоя, завала земель грязекаменными потоками, продукцией водной и ветровой эрозии, разрушения почвенной структуры, подтопления, переувлажнения,

заболачивания, иссушения земель, засоления, загрязнения почвогрунтов.

Геологические процессы, происходящие на поверхности земли, именуемые в литературе экзогенными, могут нанести также социально-экологический ущерб. Сюда (с некоторыми оговорками) можно отнести ущерб, который может быть нанесен:

— ландшафтным, геологическим, ботаническим заповедникам (заказникам), национальным паркам, зоопаркам, государственным ботаническим садам, питомникам хищных, охраняемых и редких зверей и птиц;

— природным комплексам, имеющим научное и эстетическое значение, представляющим репрезентативные образцы экосистем — реликтовые и эндемические растения;

— ареалам обитания и размножения редких и исчезающих птиц и животных, занесенных в Красную книгу СССР или союзных республик, всех видов полезных диких и насекомоядных животных и птиц;

— лесам водоохранной зоны запретного и особого режима вдоль рек, озер, нерестовых и других водоемов, водорегулирующих приводораздельных хребтов, санитарно-гигиенического, противозерозионного и почвозащитного назначения, реликтовым и уникальным лесам;

— особо охраняемым водоболотным и ондатровым угодьям, торфяным массивам, имеющим водорегулирующее значение;

— массивам (участкам) лекарственных, технических и пищевых трав и орехопромысловых кустарников, медоносов;

— бальнеологическим водным и грязевым источникам;

— памятникам природы, которые являются объектами туризма и рекреации, включающим: горные реки, ручьи, водопады, каньоны, пещеры, карстовые провалы, озера, острова, колодцы, участки долин и склонов, отдельные скалы, валуны, уникальные, редкие вековые деревья, конусы потухших вулканов, уникальные, редкие геологические обнажения естественного и техногенного происхождения.

Важнейшими признаками перечисленных социально-экологических объектов являются уникальность и невозобновимость. В процессе активного воздействия

стихийных явлений они деградируют и не восстанавливаются. Необходимость охраны подобных объектов диктуется хозяйственными, рекреационными, бальнеологическими, научно-познавательными и другими потребностями; их сохранение обеспечивает целостность всего природно-территориального комплекса.

Экономический ущерб делится в свою очередь на *прямой* и *косвенный*.

Прямой ущерб складывается из потерь базиса производства — земли, убытков сельскохозяйственных предприятий и государства из-за потерь базиса производства.

Ущерб, наносимый предприятиям и организациям, находящимся вне зоны прямого воздействия стихийных явлений, например за пределами зоны затопления паводками, называется *косвенным*. Виды возможных косвенных потерь от воздействия стихийных явлений на земли сельскохозяйственного назначения перечислены ниже. Прямой ущерб, как правило, может быть оценен более или менее точно и полно.

В соответствии с существующей классификацией экономический ущерб складывается из потерь основных фондов, которые представлены в данном случае пашней, сенокосами и пастбищами, и убытков землепользователей (недобор прибыли). Как потери, так и убытки делятся на прямые и косвенные. Потери прямые — прекращение сельскохозяйственного использования земель в результате их выбытия. Потери косвенные — сокращение площади земель сельскохозяйственного использования в результате переселения из опасных зон людей с предоставлением и без предоставления им приусадебных участков.

Убытки прямые. 1. Среднеголетняя сумма недобора прибыли сельскохозяйственными предприятиями. Это происходит по следующим причинам: из-за прекращения использования сельскохозяйственных земель; экстенсивного использования земель в результате влияния стихийных явлений; постепенной экстенсификации землепользования в результате потерь почвенного плодородия под влиянием стихийных явлений; периодического снижения урожайности сельскохозяйственных культур в результате ухудшения мелиоративного состояния земель, прилегающих к зоне оползней; подтопления паводковыми водами; полной или частичной периодической потери сельскохо-

зяйственной продукции по причине заболачивания земель в результате затопления паводковыми водами или из-за оползневых смещений; сокращения площади посева зерновых и других интенсивных культур в результате нестабильности производства кормов на пойменных землях, затапливаемых паводковыми водами; снижения урожайности сельскохозяйственных культур из-за иссушения земель в результате линейной эрозии и оползневых смещений.

2. Среднеголетняя сумма недобора налога с оборота государством по причинам, перечисленным в пункте 1.

Убытки косвенные. 1. Сокращение прибылей сельскохозяйственных предприятий в результате уменьшения площади сельскохозяйственных угодий, отведенных под застройку населению из опасных зон.

2. Недобор прибыли сельскохозяйственными предприятиями из-за снижения урожайности, увеличения издержек производства. Это происходит по следующим причинам: нарушение сложившихся транспортных схем вывоза сельскохозяйственной продукции, ввоза семян, удобрений, ядохимикатов на поля; возникновение новой и увеличение существующей контурности сельскохозяйственных угодий, что приводит к снижению производительности техники; удлинение путей доставки кормов к фермам; снижение продуктивности скота или сокращение маточного поголовья в результате нарушения кормообеспечения ферм; уменьшение урожайности угодий, расположенных ниже базиса эрозии, в результате заноса их продуктами плоскостного и линейного смыва; полная или частичная потеря урожая из-за прекращения подачи воды на полив в результате завала ирригационных каналов и сооружений продуктами селей; понижение рыбопродуктивности и рекреационной ценности искусственных и естественных водоемов в результате их завала продуктами селей, плоскостной и линейной эрозии. 3. Выплаты Государства за гибель посевов и урожая колхозам.

В процессе осуществления инвестиционных программ для целей интенсификации растениеводства или освоения новых земель прирост прибыли сопоставляется с капитальными вложениями, вызвавшими этот прирост. Таким образом, определяется коэффициент общей экономической эффективности. Однако инженерная защита обеспечивает прежде всего сохранение

земель в сфере сельскохозяйственного производства. Сопоставление капитальных вложений на инженерную защиту земель с прибылью сельскохозяйственных предприятий и долей налога с оборота государству, относимой к эффекту сельскохозяйственного производства, которые могут быть получены при интенсивном использовании угодий (т. е. с учетом потенциального плодородия), показывает, что период окупаемости капитальных вложений измеряется, как правило, не одним десятком лет и оказывается нередко близким к сроку службы инженерных сооружений. Таким образом, на первый взгляд представляется нецелесообразным вкладывать государственные средства в инженерную защиту земель сельскохозяйственного назначения. Однако, чтобы обеспечить баланс производства и потребления сельскохозяйственной продукции страны с учетом роста населения и потребности промышленности в сельскохозяйственном сырье, приходится решать прежде всего вопрос сохранения земли как базиса производства. Отсюда при определении коэффициента общей экономической эффективности капитальные вложения в строительство инженерных защитных сооружений должны сопоставляться не только с суммой прибыли и долей налога с оборота, получаемых дополнительно при их защите, но и с величиной ущерба, который предотвращается при этом.

На основе изложенного коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство сооружений для защиты земель сельскохозяйственного назначения от стихийного воздействия без учета основных фондов объектов народного хозяйства, размещенных на них стационарно, определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{эл}} = (\Pi_3 - C) : (K + K_{\text{из}}), \quad (3.1)$$

где $\mathcal{E}_{\text{эл}}$ — коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений при защите сельскохозяйственных земель; Π_3 — годовой эффект от защиты земель в результате строительства инженерных защитных сооружений (ИЗС) и от интенсификации сельскохозяйственного производства; C — ежегодные издержки на эксплуатацию ИЗС, включая и амортизационные отчисления; K — капитальные вложения на возведение ИЗС и освоение новых земель взамен тех, которые изымаются под строительство ИЗС;

$K_{из}$ — капитальные вложения, если это потребуется, на интенсификацию сельскохозяйственного производства на защищаемых землях — посадку многолетних насаждений и защитных лесополос, мелиорацию, культуртехнические и другие работы.

Годовой эффект от защиты земель и от мероприятий по интенсификации сельскохозяйственного производства на них складывается из следующих показателей:

$$П_з = \Delta П_з + \Delta НО_з + \Delta П_{кз} + У_{лз}, \quad (3.2)$$

где $\Delta П_з$ — прирост прибыли сельскохозяйственных предприятий в результате использования потенциальных возможностей земель, защищаемых ИЗС, за вычетом издержек интенсификации производства; $\Delta НО_з$ — прирост доли налога с оборота государству от продукции, реализованной дополнительно сельскохозяйственными предприятиями после строительства ИЗС; $\Delta П_{кз}$ — дополнительный косвенный эффект, достигаемый в результате защиты земель; $У_{лз}$ — ущерб, предотвращенный ИЗС.

Плодородие земельного участка складывается из природного и экономического плодородия. Плодородие, которым почва обладает от природы, называется природным (естественным). Оно определяется общим запасом влаги и питательных веществ в почве и может быть различным в зависимости от того, в какой форме находятся содержащиеся в почве питательные вещества, насколько лучше или хуже они усваиваются теми или иными видами культурных растений.

Под экономическим (актуальным, эффективным) плодородием следует понимать «степень производительности труда... способность земледелия непосредственно использовать естественное плодородие почвы, — способность, которая различна на различных ступенях развития...» (2). Иными словами, это способность производителей использовать элементы почвенного плодородия на конкретном этапе экономического развития. Она зависит от уровня развития агрикультуры, от возможности осуществления всего комплекса агротехнических мероприятий.

Следует иметь в виду, что природная и экономическая составляющие плодородия не всегда проявляются полностью в действительном плодородии конкретного массива. Наблюдается много случаев, когда в ре-

зультате воздействия стихийных явлений и тот и другой виды плодородия остаются потенциальными. Таким образом, чтобы объективно оценить потенциальную возможность получения продукции на защищаемых землях, необходимо выполнить следующий комплекс взаимосвязанных видов работ:

— провести качественную оценку и бонитировку земель по комплексу природных свойств с точки зрения пригодности к сельскохозяйственному производству;

— провести агроэкономическую оценку земель с точки зрения эффективности возделывания отдельных сельскохозяйственных культур и эффективности вложений дополнительных средств на землях различного качества. Агроэкономическая оценка позволяет определить экономическую эффективность вариантов использования земель в целях выбора оптимального варианта;

— дать общую экономическую оценку земель, т. е. выявить суммарную эффективность от различных видов сельскохозяйственного использования.

В результате проведенных исследований определяется полная эффективность использования земли, выражаемая через величину стоимости валовой продукции, полученной при оптимальном варианте производства. Путем исключения из стоимости валовой продукции издержек на ее производство определяется прибыль сельскохозяйственных предприятий на перспективу — $\Pi_{пз}$.

В современных условиях эти предприятия получают определенную сумму прибыли с земель, которые подлежат защите. Как известно из практики, климатические условия конкретного года существенно влияют на экономические показатели сельскохозяйственного производства. В целях выравнивания этих показателей величину прибыли, получаемой с защищаемых земель, рекомендуется определять как среднемноголетнюю за 3—5 последних лет наблюдений. Путем вычета из перспективной ($\Pi_{пз}$) фактической среднемноголетней суммы прибыли ($\Pi_{фз}$) определяется прирост суммы прибыли при оптимальном использовании защищаемых земель ($\Delta\Pi_3$).

В случае отсутствия материалов качественной оценки защищаемых земель величину прироста прибыли ($\Delta\Pi_3$) можно определять по показателям фактическо-

го использования земель в сельскохозяйственном производстве по формуле (3.3):

$$\begin{aligned} \Delta\Pi_3 &= \Pi_{пз} - \bar{\Pi}_{фз} = (\bar{\Pi}_{фз} + aL_c) - \bar{\Pi}_{фз} = \\ &= [\bar{\Pi}_{фз}(1 + aL_\phi/2) + aL_k] - \bar{\Pi}_{фз}, \end{aligned} \quad (3.3)$$

где $\Pi_{пз}$ — сумма прибыли, ожидаемой в перспективе с защищаемых земель; $\bar{\Pi}_{фз}$ — средняя в наблюдаемом ряду сумма прибыли, получаемой фактически на землях, подлежащих защите; L_ϕ — количество лет наблюдений за показателями прибыли. (Для обеспечения объективности оценки ряд наблюдений должен быть в пределах 15—20 лет, минимум семи лет.); L_c — количество лет от середины фактически наблюдаемого ряда до завершения строительства ИЗС; L_k — количество лет от конца фактически наблюдаемого ряда до завершения строительства ИЗС; a — среднегодовой темп прироста прибыли сельскохозяйственных предприятий.

Средняя в наблюдаемом ряду сумма прибыли определяется отношением: $\bar{\Pi}_{фз} = \Sigma\Pi_{фз} : L_\phi$, где $\Pi_{фз}$ — фактическая сумма прибыли, получаемой сельскохозяйственными предприятиями по годам наблюдений с земель, подлежащих защите.

Среднегодовой темп прироста прибыли определяется по формуле (3.4):

$$a = (\Sigma v\Pi_{фз} - \bar{v}\bar{\Pi}_{фз}L_\phi) : (\Sigma v^2 - \bar{v}^2L_\phi) \quad (3.4)$$

или по формуле (3.4а):

$$a = (\Sigma x\Pi_{фз}) : \Sigma x^2, \quad (3.4a)$$

где x — отклонение от года (число лет), занимающего центральное положение в наблюдаемом ряду; v — порядковый номер года наблюдения; \bar{v} — средняя величина суммы лет наблюдений ($\bar{v} = \Sigma v / L_\phi$).

Следует оговориться, что во многих случаях величина $\Pi_{пз}$, определенная по второму способу, может оказаться значительно меньше, чем по первому, так как в силу влияния организационно-экономических факторов на процесс сельскохозяйственного производства, как было указано выше, еще не всегда используются потенциальные возможности земельных ресурсов.

Закупочные (заготовительные) цены на сельскохозяйственную продукцию не всегда соответствуют об-

щественно необходимым затратам на их производство. В этой связи часть прибыли через механизм цен поступает непосредственно в общенародный централизованный фонд государства. Эта доля созданной в сельском хозяйстве прибыли, определяемая как часть налога с оборота, относится к эффекту сельскохозяйственного производства. По аналогии с приростом прибыли определяется прирост доли налога с оборота, получаемого государством в результате реализации сельскохозяйственными предприятиями дополнительной продукции. Удельные величины доли налога с оборота, относимой к эффекту сельскохозяйственного производства, приведены в инструкции (27).

После строительства ИЗС достигается эффект как на защищаемых, так и на примыкающих к ним землях и в других отраслях сельского хозяйства. Эффект, достигаемый на прилегающих землях и в других отраслях сельского хозяйства, называется косвенным. Виды возможных косвенных убытков и потерь (а при защите земель ИЗС — эффект) перечислены выше.

Прогнозировать заранее будущий характер и объем возможных косвенных потерь и убытков в результате выбытия земель по перечисленным выше элементам чрезвычайно трудно. В этой связи такой вид предотвращенного ущерба в результате инженерной защиты рекомендуется учитывать на данном этапе исследований с помощью коэффициентов, умножая их на сумму прямого годового эффекта, достигаемого в результате инженерной защиты земель. При защите от наводнений полученная сумма годового эффекта умножается на коэффициент 1,20÷1,25, а в случае защиты земель от остальных видов стихийных явлений — на 1,15.

Ущерб от выбытия и изъятия земель сельскохозяйственного назначения может быть выражен следующей формулой:

$$У_{лз} = E_n (K_3 + O_3) + C_3 + \overline{П}_{фз} + \overline{НО}_{фз} + У_{зса}, \quad (3.5)$$

где E_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, равный, согласно «Типовой методике» (53), 0,12; K_3 — капитальные вложения в освоение новых земель взамен площадей, выбывших из сельскохозяйственного оборота; O_3 — цена земли, теряемой в результате стихийного воздействия; C_3 — ежегодные издержки, которые будут

иметь место на вновь осваиваемых землях при эксплуатации мелиоративных, противоэрозионных и других сооружений; $\overline{НО}_{фз}$ — доля налога с оборота государству, относимая на эффект сельскохозяйственного производства, которую получает государство с теряемых земель в среднем, по многолетним данным, в современных условиях. Метод расчета $\overline{НО}_{фз}$ аналогичен методу расчета $\overline{П}_{фз}$, который изложен выше. $У_{зсэ}$ — социально-экологический ущерб, предотвращаемый в результате защиты земель.

Как было указано выше, земля для сельского хозяйства является главным средством производства. Однако таковой она может быть лишь в том случае, когда имеет плодородный слой почвы, представляющий собой верхнюю, гумусированную часть почвенного профиля, обладающую благоприятными для роста растений химическими, физическими и биологическими свойствами. Содержание гумуса в плодородном слое основных типов и подтипов почв СССР приведено в табл. 3.2.

Таблица 3.2

Типы и подтипы почв	Мощность плодородного слоя почвы, см	Запасы гумуса в плодородном слое, %
Дерново-подзолистые	20	2—3
Серые лесные	30—40	2,5—3,5
Черноземы		
выщелоченные	75—160	3—9
типичные	60—130	5—12
обыкновенные	70—140	5—9
южные	70—100	3—5
оподзоленные	70—100	4—10
Темно-каштановые	30—70	3—4
Каштановые и светло-каштановые	25—40	2—3
Сероземы	30—40	0,5—2,5
Красноземы	40—80	3,8—4,1

Этот плодородный слой почвы может быть потерян полностью и, как правило, безвозвратно в результате воздействия стихийного явления. Какова цена этого теряемого плодородного слоя почвы?

Согласно теории стоимости К. Маркса, земля, за исключением капитальных вложений в виде накопления питательных веществ, мелиоративных сооружений, не имеет стоимости, так как она в первоначальной форме не является результатом работы человека (3). Вследствие нарушения (изъятия, выбытия) земли происходит уменьшение, в большинстве случаев даже потеря потребительской стоимости, а стоимость средств, вложенных в землю, пропадает.

В соответствии с преамбулой Основ земельного законодательства СССР и союзных республик земли сельскохозяйственного назначения должны рассматриваться в двух аспектах: земля — базис размещения отраслей сельского хозяйства и земля — главное средство производства в сельском хозяйстве.

При изъятии (выбытии)* участка земли сельскохозяйственного назначения суммарные потери, естественно, будут складываться из потерь, обусловленных ликвидацией базиса размещения и средства производства. Потери базиса производства тем ощутимее, чем удобнее, рациональнее был расположен участок по отношению к пунктам сбыта, чем лучше он был обеспечен налаженными связями по действующим транспортным артериям и т. д.

Изъятие (выбытие) земли как средства производства означает потерю действительного плодородия земельного участка. Теоретически, конечно, возможно замещение любых участков земель вложением средств. Компенсация природного плодородия экономическим плодородием, обусловленным приложением капитала к земле, требует конкретных расчетов как необходимых единовременных затрат на освоение нового участка, так и ежегодных затрат на новом участке, которые придется нести сельскохозяйственному производству, чтобы поддержать те специфические природные условия плодородия, которые теряются при изъятии (выбытии). При определении необходимых затрат на освоение новых земель по возможности должна быть учтена стоимость восстановления потерь индивидуаль-

* Выбытие земель (в отличие от изъятия) представляет собой выход их из сельскохозяйственного оборота в результате воздействия стихийных явлений: смыв и разрушение плодородного слоя почвы, завал их грязеотоками, минерализация, иссушение и заболачивание почвогрунтов. Изъятие — это отвод земель под промышленное, коммунальное, транспортное, энергетическое, ирригационное и другое строительство, горные и другие работы.

ных (чаще всего дефицитных) особенностей почвенного покрова теряемой территории.

Технически легче всего компенсировать экономическое плодородие земельного участка, однако и в этом случае для определения капитальных вложений, которые необходимы на новом участке, требуется конкретный расчет в целях установления структуры и объема затрат, обеспечивающих эквивалентную замену. При изъятии (выбытии) участка, если речь идет только о его площади, потенциальное плодородие останется неучтенным и теряется полностью, т. е. теряются производительные возможности участка. Поэтому, очевидно, необходимо в каждом конкретном случае производить расчеты по оценке величины потерь.

По нашему глубокому убеждению, критерий оценки земель должен основываться на теории трудовой стоимости К. Маркса, в соответствии с которой «стоимость того или иного блага определяется общественно необходимыми затратами труда на его воспроизводство» (4).

Исследования и расчеты специалистов показывают, что на восстановление 1 т потерянного гумуса необходимо внести в почву 20 т органических удобрений (21). Исходя из этого условия, при перевозке органических удобрений на 1 км при мощности плодородного слоя почвы 20 см определены цены 1 га теряемых земель для различного процентного содержания гумуса (см. табл. 3.3).

При иных расстояниях перевозки и мощностях плодородного слоя данные таблицы корректируются по формуле (3.6):

$$O_3 = K_0 \cdot (O_{13} + 0,022 \cdot O_{13} \cdot n) M_p / M_{20}, \quad (3.6)$$

где O_3 — цена 1 га земли при других исходных параметрах; K_0 — средний территориальный климатический коэффициент; O_{13} — цена 1 га земли при перевозке органических удобрений на 1 км, определяемая по табл. 3.3; n — фактическое расстояние перевозки органических удобрений в километрах в конкретных условиях; M_p — мощность плодородного слоя почвы в конкретных условиях в сантиметрах; M_{20} — мощность плодородного слоя почвы, принятая в расчетах табл. 3.3.

Величина территориального климатического коэффициента для Кемеровской, Курганской, Новосибир-

Таблица 3.3

Среднее процентное содержание гумуса	Цена 1 га, руб.	Среднее процентное содержание гумуса	Цена 1 га, руб.	Среднее процентное содержание гумуса	Цена 1 га, руб.	Среднее процентное содержание гумуса	Цена 1 га, руб.
1,0	3 036	2,4	7 202	3,8	11 367	5,2	15 534
1,2	3 631	2,6	7 796	4,0	11 963	5,4	16 129
1,4	4 226	2,8	8 392	4,2	12 558	5,6	16 723
1,6	4 821	3,0	8 987	4,4	13 154	5,8	17 319
1,8	5 420	3,2	9 582	4,6	13 748	6,0	17 914
2,0	6 011	3,4	10 178	4,8	14 343	6,2	18 509
2,2	6 607	3,6	10 772	5,0	14 938	6,4	19 103

ской, Омской, Пермской, Свердловской, Тюменской, Челябинской областей, Башкирской, Карельской автономных республик, Узбекской, Киргизской, Таджикской союзных республик принимается равной 1,09; для Иркутской, Томской, Читинской областей, Красноярского края, Казахской и Туркменской союзных республик — 1,10; для Амурской, Архангельской областей, Бурятской и Коми АССР, Приморского и Хабаровского краев — 1,11; для Мурманской области — 1,12; для Сахалинской области — 1,13; для Якутской АССР, Магаданской области — 1,14; для Камчатской области — 1,15; для других союзных и автономных республик, краев и областей — 1,0.

Например, при среднем содержании гумуса 5,6%, плодородном слое почвы мощностью 60 см и перевозке органических удобрений на 17 км цена 1 га земли в условиях Днепропетровской области составит: $1,00 \times 16\ 723 + 0,022 \times 16\ 723 \times 17/60 : 20 = 68\ 937$ руб.

В условиях потери земель для удовлетворения растущих потребностей народного хозяйства в сырье, а населения — в продуктах питания приходится осваивать новые земли или интенсифицировать производство на старых. Как освоение новых, так и интенсификация производства используемых в сельском хозяйстве земель требуют капитальных вложений и дополнительных ежегодных затрат.

Капитальные вложения на освоение новых земель в общем виде должны предусматривать единовремен-

ные затраты, необходимые на мелиорацию и рекультивацию земель, землевание малопродуктивных угодий, межхозяйственное и внутрихозяйственное землеустройство, дорожное строительство, посадку, уход за многолетними насаждениями и лесополосами, агротехнические, агромелиоративные, противоэрозионные, природоохранные и другие мероприятия, окультуривание земель — внесение органических и минеральных удобрений, известкование, гипсование, торфование, пескование и т. п., как в процессе подготовки, так и при освоении вводимых в сельскохозяйственный оборот участков, с тем чтобы с них можно было получить продукцию в натуральном выражении в количестве не меньшем, чем на теряемых землях при интенсивном их использовании, т. е. с учетом потенциального плодородия. В составе капитальных вложений кроме перечисленных должны быть учтены средства, необходимые для создания базы строительных организаций (которые будут выполнять работы по освоению земель) и для производства проектно-изыскательских работ.

Вновь осваиваемые земли, как правило, не обладают тем плодородием, которое имели выбывшие (изъятые) земли. Однако в результате мелиорации, землевания и окультуривания в процессе вовлечения в сельскохозяйственный оборот удается в некоторой мере поднять плодородие почв вновь осваиваемых земель, однако в большинстве случаев бывает оно ниже уровня теряемых почв. В этом случае для получения адекватного количества продукции площадь новых земель должна быть больше площади земель, выбывших (изъятых) из сельскохозяйственного оборота.

На окультуривание вновь осваиваемых земель приходится затрачивать определенное время — от 3—4 до 7—8 лет, а иногда и больше. Таким образом, хозяйство и государство при освоении новых земель взамен теряемых в какой-то период будет иметь недобор сельскохозяйственной продукции. Ущерб от недобора выразится в недополучении колхозами и совхозами прибыли, а государством — налога с оборота с новых земель. Время, необходимое на мелиоративные работы, определяется по нормам продолжительности строительства, а период, необходимый на окультуривание и достижение намеченного уровня урожайности на мелиорированных землях, — по результатам практики или по данным исследований региональных (республи-

канских) научно-исследовательских организаций. Продолжительность освоения рекультивированных земель в зависимости от типа почв, их площади, качества колеблется от 3 до 12 лет, а в среднем составляет 6—7 лет.

Если заранее известны земли, которые подлежат освоению взамен теряемых, то необходимые для этого капитальные вложения следует исчислять в зависимости от площади теряемых земель, возможности хозяйственного использования новых земель, объема и стоимости мелиоративных работ и других мероприятий по доведению новых земель до уровня среднеокультуренных рассматриваемого региона. Виды возможных при этом работ перечислены выше.

Капитальные вложения на освоение новых земель взамен площадей, выбывающих из сельскохозяйственного оборота, определяются по формуле (3.7):

$$K_3 = (K_{зр} + K_0) (1 + E_{нп})^T, \quad (3.7)$$

где $K_{зр}$ — капитальные вложения на выполнение мелиоративных, рекультивационных и других работ при освоении новых земель, включая создание базы строительной организации и выполнение проектно-исследовательских работ; K_0 — затраты в процессе освоения; $E_{нп}$ — норматив приведения разновременных затрат, принимаемый, согласно «Типовой методике» (53), равным 0,08; T — период времени, требующийся на выполнение мелиоративных, рекультивационных и других работ, окультуривание вновь осваиваемых земель.

Если же заранее не известны земли, подлежащие освоению, что на практике бывает чаще всего при составлении конкретных проектов защиты земель, то величину капитальных вложений определяют по удельным нормативам капитальных вложений в мелиорацию и сельскохозяйственное освоение земель, утверждаемым Минводхозом СССР на каждую пятилетку, или по нормативам на освоение новых земель, взамен изымаемых на несельскохозяйственные цели, утвержденным Советами Министров союзных республик.

Возникает вопрос: не является ли в формуле (3.5) одновременный учет капитальных вложений в новую землю (K_3) и цены теряемой земли (O_3) двойным учетом одного и того же показателя? В том, что цена теряемой земли должна быть учтена, сомнений нет. Другое дело, правомерен ли одновременный учет ка-

питательных вложений? Если ИЗС защитят старые земли, капитальных затрат на освоение новых земель не потребуется. Таким образом, учет капитальных вложений в освоение новых земель не является дублированием.

Выбор оптимального направления использования защищаемых земель во всех случаях следует делать только по показателю общей (абсолютной) эффективности.

Многие из перечисленных выше объектов социально-экологического назначения не поддаются денежной оценке, и они служат лишь дополнительным аргументом при экономическом обосновании проектируемых защитных сооружений. Ущерб, предотвращаемый в результате защиты некоторых из перечисленных объектов, может быть оценен. Об этом более подробно сказано ниже.

При проектировании инженерных защитных сооружений в зоне проявления стихии возникает вопрос: как оценить эффект от предотвращения гибели редких и исчезающих видов животных и растений, находящихся в естественном ареале обитания или в заповеднике (заказнике, национальном или природном парке)? Этот ущерб можно оценить, на наш взгляд, теми затратами, которые потребовались бы обществу для поддержания жизнедеятельности растений и животных. Бесспорно, объемы работ и затрат, которые связаны с созданием условий для жизни редким и исчезающим видам, несоизмеримы с ущербом от полной потери генофонда биогеоценоза, т. е. они значительно меньше. Тем не менее они являются вполне определенным критерием оценки эффекта от предотвращения потерь генофонда.

Обеспечить сохранность редкой и исчезающей растительности возможно путем создания ботанических садов (дендрариев, питомников, оранжерей, заповедников, национальных и природных парков). Для лекарственных, технических и пищевых трав, видимо, будет достаточно создания заповедника (национального, природного парка, заказника).

Проблему сохранения ряда видов животных можно решить путем создания зоопарков (питомников, вольер, ферм). Для этого указанным предприятиям должен быть предоставлен статус научно-исследовательских организаций с соответствующим штатом, так как

основным показателем их работы будет служить размножение животных и сохранение приплода. В части содержания и размножения животных в неволе в нашей стране и за рубежом накоплен значительный опыт. Однако ряд видов, особенно крупные рептилии, хищные птицы, плохо адаптируются к новым условиям. Кроме того, животные, выращенные в неволе, утрачивают некоторые навыки, необходимые для жизни в дикой природе (26). В этих случаях следует предусматривать содержание ряда видов редких и исчезающих животных в заповедниках (природных, национальных парках).

Для обеспечения сохранности и развития редкой, исчезающей и другой полезной растительности необходимо предусмотреть следующие расходы:

1) на выполнение научно-исследовательских работ по изучению природы ареалов растений — климата, микроклимата, экспозиций склонов, рельефа, микро-рельефа, почв, мелиоративных условий, покровной и сопутствующей растительности, способов размножения растений, методов их пересадки, изучение мест возможной пересадки;

2) по перевозке растений с традиционного места их произрастания до ботанического сада (дендрария, питомника, оранжереи);

3) на строительство зданий и сооружений ботанического сада, инженерных коммуникаций — электро-, водо-, газо-, теплоснабжения, канализации, связи;

4) на строительство жилых домов, объектов культурно-бытового назначения для обслуживающего персонала, научных работников;

5) на подготовку почвы (создание условий для формирования оптимального температурного, светового и водного режимов);

6) на освоение новых сельскохозяйственных угодий (взамен изымаемых под ботанический сад), включая земли под жилые дома и объекты культурно-бытового назначения. Затраты на освоение новых земель оцениваются по площади изымаемых сельскохозяйственных угодий и удельным затратам на освоение новых земель;

7) на компенсацию ежегодных убытков сельскохозяйственным предприятиям и государству, представляющих собой недобор прибыли колхозами и совхозами и налога с оборота государству с площади изымае-

мых сельскохозяйственных угодий. Метод расчета убытков изложен в этой главе;

8) на проведение ежегодных научных исследований по акклиматизации, развитию и размножению растений в ботаническом саду;

9) ежегодные издержки по ботаническому саду — содержание штатов, текущий и капитальный ремонт зданий, сооружений и инженерных коммуникаций; плата за фонды; оплата за использование электроэнергии, газа, воды, топлива, удобрений, ядохимикатов и т. д.; канцелярские, почтовые и другие расходы.

Затраты на сохранение и дальнейший рост популяции редких, исчезающих животных и птиц включают следующие расходы:

1) на научно-исследовательские работы по изучению ареалов, условий обитания, питания и т. д.;

2) на отлов и перевозку с мест обитания до зоопарка (питомника, фермы, вольера, заповедника, природного или национального парка);

3) на строительство основных и подсобных зданий и сооружений зоопарка и его инженерных коммуникаций;

4) на строительство жилых домов, объектов культурно-бытового назначения для обслуживающего персонала, научных работников;

5) на приобретение транспортных средств для доставки кормов в зоопарк и для научных целей;

6) на освоение новых сельскохозяйственных угодий (взамен изымаемых под зоопарк), включая земли под жилые дома и объекты культурно-бытового назначения. Метод исчисления этих затрат изложен выше;

7) на компенсацию ежегодных убытков сельскохозяйственных предприятий и государства, представляющих собой ежегодный недобор прибыли колхозами и совхозами и налога с оборота государству с площади сельскохозяйственных угодий;

8) на оплату кормов;

9) на проведение ежегодных научных исследований по адаптации животных к условиям неволи, по их развитию, размножению, на зооветеринарное обслуживание;

10) ежегодные издержки зоопарка на содержание штатов, текущий и капитальный ремонт зданий, сооружений, транспортных средств; плата за фонды; оп-

лата за использование электроэнергии, газа, воды, топлива и т. д.; канцелярские, почтовые и другие расходы.

По заповеднику (природному, национальному парку) может потребоваться несколько меньший объем строительства производственных, жилых и подсобных зданий и сооружений, чем по зоопарку, однако они неизбежны.

Затраты, указанные в пунктах 1—6 по ботаническим садам и зоопаркам, представляют капитальные вложения, затраты в пунктах 7—9 (ботанические сады) и 7—10 (зоопарки) — ежегодные издержки. При экономическом обосновании строительства ИЗС перечисленные капитальные вложения пересчитываются в годовую размерность путем умножения на коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимаемый, согласно «Типовой методике» (53), равным 0,12. После чего полученная величина суммируется с ежегодными издержками. Полученная итоговая величина учитывается при определении ущерба, который рассчитывается по формуле (3.5).

Ущерб от предотвращения потерь объектов рекреации и туризма, перечисленных выше (без рекреационных и туристических учреждений), определяется по количеству дней пребывания на них посетителей в течение года и удельной сумме социального эффекта, который достигается за день их пребывания на этих объектах. Величина удельного социального эффекта в соответствии с рекомендациями ЦНИИЭП лечебно-курортных зданий и ЦНИИ курортологии и физиотерапии по аналогии с предприятиями краткосрочного отдыха принимается равной 20 руб. в день на одного человека. Эффект от защиты рекреационных и туристических учреждений — зданий, сооружений и инженерных коммуникаций санаториев, курортов, домов отдыха, пансионатов, пионерских и спортивных лагерей, туристских и других баз — определяется так же, как и по объектам народного хозяйства, методика расчета которых изложена в этой главе.

Бальнеологические водные источники нередко становятся объектом воздействия стихийных явлений. Например, нарзанные источники ущелья Адыл-Су на Северном Кавказе являются объектами воздействия селевых потоков и снежных лавин. В долине Баксана имеется нарзанный источник «Поляна нарзанов»,

вблизи которого имеются кафе, стоянка автобусов; сотни туристов, следующих ежедневно к подножию Эльбруса и обратно, во время отдыха на стоянке наслаждаются чудодейственной водой. Однако этот источник подвержен воздействию снежных лавин, которые влекут с собой обломки камней, дрсву и другой материал. Лавины могут завалить нарзанный источник. Ущерб, который можно предотвратить с помощью специальных защитных сооружений, определяется суммой капитальных вложений, которые потребовались бы на расчистку нарзанного источника и строительство каптажного сооружения, приведенных к годовой величине. В том случае когда из каптированного источника производится розлив минеральной воды в тару для реализации через торговую сеть, то учитываются дополнительные убытки в виде недобора прибыли за время прекращения розлива из расчета 16 руб. на каждый кубометр воды.

Бальнеологические грязевые источники чаще всего становятся объектами воздействия наводнений. Ущерб, предотвращаемый защитой бальнеологического грязевого источника в соответствии с рекомендациями ЦНИИ курортологии и физиотерапии, принимается в размере 6 руб. за каждую тонну потерянной лечебной грязи.

Стихийные явления наносят экономический ущерб зданиям и сооружениям промышленных и сельскохозяйственных предприятий, транспорту и объектам коммунального хозяйства. Ущерб этот выражается, как правило, в повреждениях, а иногда и в полном разрушении зданий и сооружений, дорог, временном прекращении производственного цикла на предприятиях, отвлечении трудовых, материальных и финансовых ресурсов на ремонтно-восстановительные работы. Ущерб, наносимый основным фондам народного хозяйства, именуется в литературе *потерями*, ущерб же оборотным фондам (затраты на предупредительные и аварийно-ремонтные работы), а также недополучение прибыли предприятиями — *убытками*.

Экономический ущерб делится в свою очередь на *прямой* и *косвенный*, которые имеют место вследствие воздействия стихийных явлений на различные народнохозяйственные объекты. *Прямой* ущерб складывается из повреждений, а иногда и полного разрушения зданий и сооружений, дорог, временного пре-

кращения производственного цикла на предприятиях и недополучения за этот период прибыли, отвлечения трудовых, материальных ресурсов на ремонтно-восстановительные работы, из потерь хранившейся готовой продукции, сырья и полуфабрикатов.

Ущерб, наносимый народнохозяйственным объектам, или простой последних оказывает влияние и на другие предприятия, находящиеся вне зоны действия стихийных явлений, из-за прекращения поступления электроэнергии, недополучения сырья и полуфабрикатов, удлинения маршрутов доставки грузов, а также, хотя и в незначительных размерах, недополучения национального дохода страной. Этот вид ущерба называется *косвенным*. Таким образом, к косвенному ущербу относятся потери и убытки, которые, как правило, являются следствием прямых ущербов. Прямой и косвенный ущерб в одинаковой мере учитываются при определении экономической эффективности проектируемых ИЭС.

Виды возможного ущерба от стихийных явлений промышленным, энергетическим и сельскохозяйственным предприятиям (кроме земельных ресурсов) перечислены ниже.

Потери прямые. 1. Балансовая стоимость разрушенных, снесенных, смытых зданий и сооружений государственных и кооперативных предприятий, организаций и учреждений. 2. Балансовая стоимость поврежденных, смытых многолетних насаждений и лесополос сельскохозяйственных предприятий. 3. Стоимость поврежденных, смытых естественных и искусственных посадок леса. 4. Балансовая стоимость погибшего продуктивного и рабочего скота сельскохозяйственных предприятий. 5. Стоимость восстановления разрушенных, снесенных, смытых зданий и сооружений государственных и кооперативных предприятий, организаций и учреждений. 6. Стоимость восстановления многолетних насаждений сельскохозяйственных предприятий. 7. Стоимость восстановления продуктивного и рабочего скота сельскохозяйственных предприятий. 8. Балансовая стоимость разрушенных, смытых и снесенных зданий, сооружений, многолетних насаждений, рабочего и продуктивного скота населения. 9. Стоимость восстановления зданий и сооружений, многолетних насаждений, продуктивного и рабочего скота населения. 10. Сокращение срока службы зданий и

сооружений государственных и кооперативных предприятий, организаций и учреждений в результате преждевременной потери прочности их конструкцией и ухудшения их эксплуатационных качеств под влиянием наводнений. 11. Стоимость мелиоративных и других работ на землях, вовлекаемых в сельскохозяйственное производство взамен земель, изымаемых под строительство населенных пунктов.

Косвенные потери. Они определяются стоимостью строительства локальных сооружений по понижению уровня грунтовых вод в городах и на сельскохозяйственных угодьях.

Убытки прямые: 1. Среднеголетняя стоимость потерянной, смытой и испорченной готовой продукции, полуфабрикатов, сырья, топлива, включая убранный продукцию сельскохозяйственных предприятий, находящихся в зоне влияния стихийных явлений. 2. Среднеголетние затраты на ремонтные и аварийно-подготовительные работы государственных и кооперативных предприятий и воинских частей. 3. Среднеголетняя сумма выплаченной заработной платы рабочим и служащим государственных и кооперативных предприятий за время их простоя в период стихийного бедствия. 4. Дополнительная среднеголетняя сумма затрат на производство работ на предприятиях непроизводственной сферы, находящихся в зоне влияния стихийных явлений. 5. Дополнительные расходы предприятий на подготовку кадров в связи с текучестью рабочей силы из-за стихийных явлений. 6. Среднеголетняя сумма недобора прибыли предприятиями из-за простоя или работы не на полную мощность в период и после стихийного воздействия на народнохозяйственные объекты в результате недополучения сырья, топлива, электроэнергии, полуфабрикатов, увеличения расходов по вывозу и ввозу. 7. Среднеголетняя сумма убытков государства из-за срыва графиков движения железнодорожного и автомобильного транспорта в зоне проявления. 8. Среднеголетние затраты на эвакуацию населения в период стихийного проявления, обустройство населения на новом месте, обеспечение продуктами питания, оказание медицинской помощи, реэвакуацию населения. 9. Среднеголетняя сумма недобора государством налога с оборота с продукции предприятий, находящихся в зоне действия стихийных явлений.

Убытки косвенные. 1. Среднеголетняя сумма недобора прибыли предприятиями, находящимися вне зоны влияния стихийных явлений. Это обусловлено недополучением сырья, топлива, полуфабрикатов, электроэнергии в период стихийного воздействия и после него; нарушением и удлинением маршрутов доставки и вывоза сырья, топлива, полуфабрикатов, готовой продукции; содержанием дополнительных складских помещений на случай возможного воздействия стихийных явлений на транспортные коммуникации.

2. Среднеголетняя сумма недобора государством налога с оборота с продукции предприятий, находящихся вне зоны стихийного воздействия, из-за нарушения ритма их работы.

3. Выплаты Госстраха за разрушенные и смытые здания, сооружения, многолетние насаждения.

Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство ИЗС для защиты народнохозяйственных объектов рекомендуется определять по формуле (3.8):

$$\mathcal{E}_{\text{нп}} = (\Pi_{\text{н}} - C) : (K + O_{\text{н}}), \quad (3.8)$$

где $\mathcal{E}_{\text{нп}}$ — коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство ИЗС, предназначенных для защиты народнохозяйственных объектов; $\Pi_{\text{н}}$ — эффект*, достигаемый за год в результате защиты народнохозяйственных объектов; C — ежегодные издержки по эксплуатации ИЗС, включая амортизационные отчисления; K — капитальные вложения на строительство ИЗС для защиты народнохозяйственных объектов и восстановление земель взамен изымаемых под строительство ИЗС; $O_{\text{н}}$ — балансовая стоимость объектов народного хозяйства ко времени завершения строительства защитных сооружений.

Эффект, достигаемый от защиты народнохозяйственных объектов с помощью ИЗС, определяется по следующей формуле:

$$\Pi_{\text{н}} = \Delta\Pi_{\text{н}} + \Delta\text{НО}_{\text{н}} + \Delta\Pi_{\text{сн}} + \Delta\Pi_{\text{кн}} + U_{\text{лн}}, \quad (3.9)$$

где $\Delta\Pi_{\text{н}}$ — прирост прибыли промышленных и других предприятий и экономия затрат на производство работ

* Предотвращение ущерба народнохозяйственным объектам от стихийных явлений следует рассматривать как форму эффекта, полученного в результате строительства ИЗС.

в непроизводственной сфере в результате обеспечения ритмичности их работы, доставки и вывоза сырья, полуфабрикатов и готовой продукции; $\Delta \text{НО}_n$ — прирост суммы налога с оборота государству, получаемого в результате реализации дополнительной продукции промышленных и других предприятий; $\Delta \text{П}_{\text{сн}}$ — дополнительный социальный эффект, достигаемый в результате строительства ИЗС; $\Delta \text{П}_{\text{кн}}$ — дополнительный косвенный эффект; $У_{\text{лн}}$ — годовая величина возможного ущерба народнохозяйственным объектам, который будет предотвращен ИЗС.

Прирост прибыли промышленных и других предприятий и экономия затрат на производство работ в непроизводственной сфере определяются по формуле:

$$\Delta \text{П}_n = (\text{П}_{\text{пн}} - \overline{\text{П}}_{\text{фн}}) + (\overline{\text{З}}_{\text{фн}} - \text{З}_{\text{пн}}), \quad (3.10)$$

где $\text{П}_{\text{пн}}$ — прибыль промышленных и других предприятий, которая может быть получена в результате обеспечения ритмичности их работы, доставки и вывоза сырья, полуфабрикатов и готовой продукции после строительства ИЗС; $\overline{\text{П}}_{\text{фн}}$ — средняя величина прибыли промышленных и других предприятий при отсутствии ИЗС; $\overline{\text{З}}_{\text{фн}}$ и $\text{З}_{\text{пн}}$ — затраты на производство работ в непроизводственной сфере до (средние) и после строительства ИЗС.

Прирост суммы налога с оборота определяется по формуле:

$$\Delta \text{НО}_n = \text{НО}_{\text{пн}} - \overline{\text{НО}}_{\text{фн}}, \quad (3.11)$$

где $\overline{\text{НО}}_{\text{фн}}$ и $\text{НО}_{\text{пн}}$ — сумма налога с оборота, получаемая государством до (средние) и после строительства ИЗС.

К социальному аспекту относится ущерб, связанный с временным ухудшением продовольственного и промтоварного снабжения населения из-за нарушения транспортных перевозок, с сокращением свободного времени вообще и увеличением затрат времени и средств на поездку на работу и обратно, ухудшением трудовых и жилищных условий, ростом миграции населения из потенциально опасных в другие районы, со снижением творческой активности работающих, с временной потерей трудоспособности, стрессовым состоянием населения, увеличением заболеваемости, общим ухудшением состояния здоровья, сокращением продолжительности жизни и трудовой деятельности, челове-

ческими жертвами. Многие люди, проживающие в предгорных и горных районах, на протяжении зимы и весны пребывают в условиях значительного психологического стресса из-за угрозы лавин, а весной и летом из-за угрозы селевых потоков.

Большинство видов социального ущерба не поддается денежной оценке. Однако некоторая часть социального ущерба может быть оценена экономическими показателями. Так, можно определить прямые расходы в области здравоохранения и социального обеспечения: затраты на лечение (амбулаторное и стационарное), на оплату больничных листов, на потери производства от невыходов на работу. По оцениваемым элементам социального ущерба эффект от его предотвращения ($\Delta\Pi_{\text{сн}}$) определяется в соответствии с рекомендациями «Временной типовой методики» (13) как сумма следующих эффектов:

а) эффекта от предотвращения потерь прибыли за время болезни трудящихся, занятых в сфере материального производства:

$$\mathcal{E}_{\text{чд}} = \Pi_{\text{чд}} \text{Б} (P_2 - P_1), \quad (3.12)$$

где $\Pi_{\text{чд}}$ — средняя величина прибыли, приходящаяся на один отработанный человеко-день; Б — количество трудящихся, перенесших заболевания либо отвлеченных из производства по уходу за больными членами семей по причинам, вызванным воздействием стихийных явлений, в среднем в течение года; P_1 и P_2 — среднегодовое количество человеко-дней работы одного трудящегося до и после проведения мероприятий по предотвращению воздействия стихийных явлений;

б) эффекта от сокращения сумм выплат населению из фонда социального страхования за период временной и постоянной нетрудоспособности заболевших по причинам, вызванным воздействием стихийных явлений:

$$\mathcal{E}_{\text{сс}} = B_{\text{н}} V_{\text{ц}} \cdot (P_2 - P_1), \quad (3.13)$$

где $B_{\text{н}}$ — количество населения, получающего пособие вследствие заболеваний с временной и постоянной утратой трудоспособности, вызванной воздействием стихийных явлений в среднем в течение года; $V_{\text{ц}}$ — средний размер пособия по временной нетрудоспособности, приходящийся на один день болезни;

в) эффекта от сокращения затрат в отрасли здравоохранения на лечение трудящихся от болезней, вызванных воздействием стихийных явлений:

$$\mathcal{E}_3 = Z_a B_a D_a + Z_c B_c D_c, \quad (3.14)$$

где $Z_a Z_c$ — средние затраты в сфере здравоохранения, приходящиеся на один день болезни, соответственно в амбулаторных условиях и в стационаре; B_a и B_c — количество больных, лечившихся от болезней, вызванных воздействием стихийных явлений, в тех же условиях; D_a и D_c — среднее количество дней болезни одного больного в тех же условиях.

В силу развития системы оповещения из зоны прохождения селевых потоков, снежных лавин и наводнений население, как правило, своевременно эвакуируется. Однако исключить полностью человеческие жертвы не удастся. Например, в Норвегии (51) на долю снежных лавин приходится наибольший ущерб и число несчастных случаев. Число жертв за 1836—1972 гг. достигло 1600, что в среднем составляет 12 человек за год. Для сравнения укажем, что в Швейцарии, где несчастные случаи происходят особенно часто, число жертв составляет в среднем 25 за год. Однако следует отметить, что значительное число происшествий в Швейцарии связано с лыжниками, тогда как в Норвегии страдает большей частью местное население. Научная оценка потерь, связанных с гибелью людей, в последние годы проводилась в некоторых странах с целью экономического обоснования мероприятий по повышению безопасности движения на автомобильных дорогах.

Подобную оценку можно производить для любого района СССР. Для этого необходимо воспользоваться материалами статистического учета области (края, АССР, союзной республики), где проектируются защитные сооружения. Расчет при этом производится по следующей формуле:

$$M = P_T N P_P K_T^{(N/2)} : 100, \quad (3.15)$$

где M — денежная оценка потери одного «среднестатистического» человека в рублях. «Среднестатистический» — человек любого возраста; P_T — фактическая среднегодовая производительность труда одного человека, занятого в производстве в современных условиях, в рублях; N — средняя продолжительность ра-

боты одного человека, в годах; P_p — процент занятых в производстве в рассматриваемой зоне; K_T — коэффициент среднегодового темпа прироста производительности труда. Например, при среднегодовом темпе роста производительности труда на 2,7% $K_T = 1,027$. Предотвращение гибели людей учитывается в социальном ущербе.

Выше были перечислены также возможные виды косвенных убытков, которые при предотвращении рассматриваются как форма получения эффекта. Косвенные убытки возможны в реальных условиях от прекращения поступления сырья, полуфабрикатов, топлива, газа, электроэнергии и др. из зоны стихийного явления в результате остановки предприятий (локальных объектов) и нарушения работы транспортных коммуникаций и их сооружений.

Косвенные потери как от остановки локальных объектов, так и от нарушения транспортных коммуникаций (автомобильных и железных дорог, линий высоковольтной энергопередачи, магистральных газо- и нефтепроводов) складываются из:

— недобора за время простоя прибыли производственными предприятиями, находящимися за пределами зоны стихийного воздействия, в результате прекращения поступления сырья, полуфабрикатов, топлива, газа, электроэнергии, воды и др., прекращения работы очистных сооружений;

— недобора налога с оборота государством за время простоя указанных производственных предприятий;

— выплат заработной платы за время простоя указанных производственных предприятий;

— недобора прибыли предприятиями транспорта, энергетики, газо- и нефтеснабжения;

— недобора прибыли сельскохозяйственными предприятиями из-за прекращения поступления электроэнергии, топлива, газа, воды и кормов на животноводческие фермы;

— недобора прибыли торговыми организациями из-за прекращения поступления товаров; городским транспортом — из-за прекращения поступления электроэнергии и топлива;

— выплат заработной платы пассажирам за время прекращения движения автомобилей и поездов.

Кроме косвенных убытков при этом возможен и косвенный социальный ущерб в результате недополу-

чения населением продуктов питания, прекращения функционирования системы водо-, газо-, электро- и теплоснабжения и канализации.

Чтобы дать представление о косвенном ущербе, ниже приведено несколько примеров, опубликованных в литературе.

На автомобильной дороге Усть-Каменогорск—Зыряновск зимой 1966, 1969 и 1973 гг. наблюдался массовый сход снежных лавин, в результате чего было полностью парализовано движение автомобилей на срок от нескольких дней до полутора месяцев, нарушилась телефонная связь (20). Затраты на расчистку дороги, представляющие прямой ущерб, могут быть измерены в каждом случае схода лавин несколькими тысячами рублей. В результате недополучения грузов предприятиями, находящимися за пределами зоны прохождения лавин, ущерб (в данном случае косвенный) измерился гораздо большей величиной.

26 марта 1970 г. снежная лавина на 12 суток перекрыла магистральную дорогу Фрунзе—Ош, представляющую единственный кратчайший наземный путь между северной и южной частями Киргизии. При этом было разрушено около 500 м полотна дороги (31). Стоимость работ по расчистке и восстановлению полотна дороги может быть измерена в этом случае несколькими десятками тысяч рублей, а косвенный ущерб от прекращения движения автомобилей был гораздо больше.

В результате оползней в 1971—1973 гг. в Молдавии пришлось перенести линии высоковольтной передачи ВЛ-35-330 кВ протяженностью около 208 км. Стоимость работ, материалов и оборудования была оценена в 1,5 млн руб. (39). Косвенный ущерб, нанесенный прекращением энергопередачи на время ремонта ВЛ, был значительно больше.

В 1967 г. селевой поток разорвал линию газопровода Ставрополь—Тбилиси, лишив последний на несколько дней газа, а также повредил на большом участке опоры линий электропередачи и связи (57). В этом случае, бесспорно, был нанесен существенный косвенный ущерб.

Из приведенных примеров видно, что прогнозировать заранее возможную величину перечисленных видов экономического и социального косвенных ущербов с учетом ожидаемой силы стихийного воздействия на

локальные объекты и транспортные коммуникации чрезвычайно трудно. Для этого прежде всего необходимо наладить тщательные длительные исследования и учет как прямых, так и косвенных фактических ущербов в результате воздействия стихии и выявить определенные их математические закономерности, например от интенсивности движения транспорта, количества передаваемой электроэнергии, газа и т. д.

На данном уровне исследований при экономическом обосновании инженерных защитных сооружений от стихийных явлений величину косвенного ущерба рекомендуется учитывать коэффициентом, умножением его на величину прямого эффекта, рассчитанную по формуле (3.9). В случае защиты локальных объектов народного хозяйства от наводнений величину коэффициента следует принимать в пределах 1,30—1,35, при защите от всех других видов стихийных явлений — 1,20—1,25. При защите линейных сооружений — автомобильных и железных дорог, линий высоковольтной передачи и связи, магистральных трубопроводов, ирригационных и деривационных каналов — следует иметь в виду, что величина косвенного ущерба будет минимум в 10 раз больше величины прямого ущерба.

Ущерб народнохозяйственным объектам, который может быть предотвращен в среднем за год посредством ИЗС, определяется по следующей формуле:

$$U_{\text{лн}} = K_e (\bar{Y}_n - Y_{\text{он}}) = K_e [E_n (\bar{K}_n + \bar{O}_n) + \bar{\Phi}_n + \bar{Z}_n + U_{\text{ПАИА}} - Y_{\text{он}}], \quad (3.16)$$

где \bar{Y}_n — среднеголетняя сумма ущерба, наносимого объектам народного хозяйства стихийными явлениями в современных условиях; $Y_{\text{он}}$ — остаточный ущерб, который возможен после строительства ИЗС, и ликвидация его экономически не целесообразна; K_e — коэффициент, учитывающий рост ущербов в отраслях народного хозяйства в перспективе; E_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимаемый в расчетах, согласно «Типовой методике» (53), равным 0,12; \bar{K}_n — среднеголетняя сумма капитальных вложений на восстановление разрушенных, смытых, снесенных зданий и сооружений производственного и непроизводственного назначения, включая многолетние насаждения, леса, продуктивный и рабочий скот и другие виды основных

фондов государственных и кооперативных предприятий, организаций и учреждений с учетом и собственности населения; \bar{O}_n — среднемноголетняя балансовая стоимость разрушенных, снесенных, смытых производственных и непроизводственных зданий и сооружений, многолетних насаждений, лесов, продуктивного и рабочего скота в отраслях народного хозяйства и у населения; $\bar{\Phi}_n$ — среднемноголетняя стоимость снесенной, смытой, заваленной, испорченной готовой продукции, сырья, полуфабрикатов, топлива в отраслях народного хозяйства; \bar{Z}_n — сумма среднемноголетних затрат на предупредительные, аварийно-ремонтные работы до и после стихийного воздействия при отсутствии ИЗС; $У_{ПАИА}$ — ущерб, предотвращаемый в результате защиты памятников архитектуры, истории и археологии (ПАИА).

Восстановление разрушенных, смытых, снесенных зданий, сооружений и других видов основных фондов является вынужденным мероприятием. Это мероприятие, не предусмотренное народнохозяйственным планом, будет сопряжено с отвлечением государственных финансовых и материально-технических средств. Если бы эти средства были использованы на объектах народного хозяйства, был бы получен определенный эффект. Поэтому для определения величины \bar{K}_n , полученной на основе сметно-финансовых расчетов, сумму средств, необходимых для восстановления разрушенных и поврежденных основных фондов народного хозяйства ($K_{нр}$), следует корректировать, используя формулу:

$$\bar{K}_n = K_{нр} (1 + E_{шп})^{T_{ср}}, \quad (3.17)$$

где $K_{нр}$ — стоимость восстановления и ремонта объектов народного хозяйства, определенная на основе сметно-финансовых расчетов; $E_{шп}$ — норматив приведения разновременных затрат, принимаемый, согласно «Типовой методике» (53), равным 0,08; $T_{ср}$ — период времени приведения в годах.

Сумма среднемноголетних затрат на предупредительные, аварийно-ремонтные работы, ликвидацию повреждений основных производственных и непроизводственных фондов определяется по данным статистического учета или по описи затрат на ремонт и восста-

новление перечисленных видов работ, по укрупненным сметным нормам (зональным прејскурантам).

Среднеголетняя стоимость снесенной, заваленной, смытой, испорченной готовой продукции и топлива определяется по оптовым и закупочным ценам; стоимость полуфабрикатов и сырья — по себестоимости изготовления, добычи.

Среднеголетняя стоимость снесенных, смытых и разрушенных зданий и сооружений производственного и непроизводственного назначения, многолетних насаждений, погибшего продуктивного и рабочего скота принимается по данным бухгалтерского учета предприятий, учреждений и организаций. Балансовая стоимость основных фондов предприятий, где амортизационные отчисления не производились, а также балансовая стоимость основных фондов населения (\bar{O}_n) определяется по формуле:

$$\bar{O}_n = O_{\text{пн}} - O_{\text{пн}} T_{\text{ф}} A_{\text{в}} : 100, \quad (3.18)$$

где $O_{\text{пн}}$ — первоначальная стоимость основных фондов; $T_{\text{ф}}$ — количество лет эксплуатации основных фондов с момента пуска их в постоянную эксплуатацию до их разрушения, смыва и т. д.; $A_{\text{в}}$ — норма амортизационных отчислений на восстановление основных фондов в процентах. Величина $A_{\text{в}}$ принимается по действующим нормам амортизационных отчислений.

Величина $T_{\text{ср}}$ принимается равной разности между директивным (по нормам амортизационных отчислений на восстановление) и фактическим сроками службы действующих основных фондов к моменту завершения строительства ИЗС. Определяется величина $T_{\text{ср}}$ для каждого вида основных фондов отдельно, а затем устанавливается средневзвешенный показатель по всем видам основных фондов, находящихся в зоне защиты инженерных сооружений, по формуле:

$$T_{\text{ср}} = \frac{O_1(T_1 - T_{1\text{ф}}) + O_2(T_2 - T_{2\text{ф}}) + \dots + O_n(T_n - T_{n\text{ф}})}{O_1 + O_2 + \dots + O_n}, \quad (3.19)$$

где O_1, O_2, \dots, O_n — балансовая стоимость основных фондов отдельных предприятий отраслей народного хозяйства, находящихся в зоне влияния стихийных явлений к моменту завершения строительства ИЗС; T_1, T_2, \dots, T_n — сроки службы основных фондов предприятий отдельных отраслей народного хозяйства, принимаемые в соответствии с нормами амортизацион-

ных отчислений на восстановление; $T_{1ф}$, $T_{2ф}$, ..., $T_{лф}$ — фактические сроки службы основных фондов предприятий отраслей народного хозяйства со времени пуска в постоянную эксплуатацию до завершения строительства ИЗС.

Полученные в результате расчетов параметры ущербов народнохозяйственным объектам свидетельствуют о возможных ущербах в масштабах современного состояния развития народного хозяйства в зоне инженерной защиты от стихийных явлений. Однако независимо от возможного стихийного воздействия в ходе экономического развития на территории строятся новые народнохозяйственные объекты. Соответственно в перспективе может возрасти и ущерб, если не строить ИЗС. В литературе обычно рекомендуется учитывать возможное хозяйственное освоение территорий к концу завершения строительства ИЗС. С такой рекомендацией следует согласиться.

Для определения возможного ущерба объектам строительства в перспективе необходимо воспользоваться материалами о перспективах развития отраслей народного хозяйства по отдельным зонам стихийного воздействия. По промышленным и другим предприятиям расчеты производятся исходя из сложившихся среднегодовых темпов роста основных фондов в рассматриваемом регионе, а при отсутствии таких — в целом по области (краю, АССР, союзной республике). Например, среднегодовой темп роста основных фондов объектов народного хозяйства в предгорьях Северной Осетии составил 2,1%. Строительство противоселевых сооружений и осуществление мероприятий предполагается завершить через 8 лет. Таким образом, коэффициент роста возможных ущербов $K_e = 1,021^8 = 1,18$.

В результате экзогенных процессов, особенно наводнений и оползней, наносится также ущерб памятникам архитектуры, истории, археологии (ПАИА). К архитектурным произведениям относятся: памятники монументального искусства, художественной культуры, шедевры народной архитектуры; культовые сооружения; планировочные структуры городских и сельских населенных мест, представляющие культурную, художественную и научную ценность. К историческим: военные крепости и сооружения, музеи героев гражданской и Великой Отечественной войн, памятники ре-

волюционной, боевой и трудовой славы, памятные места, связанные с борьбой за Советскую власть в период гражданской и Великой Отечественной войн. К археологическим: стоянки древнего человека, древние городища, наскальные рисунки и надписи в пещерах и за их пределами, могильники, плиточные и шатровые могилы, курганы и др.

При соответствующей инженерной защите от стихийных явлений ПАИА, так же как и объекты народного хозяйства, можно оставить на месте. В этом случае в сумму ущерба, предотвращаемого в результате оставления ПАИА на месте, войдут следующие виды затрат:

1) на разборку зданий и сооружений, выкапывание захоронений, их транспортировку, монтаж на новом месте с сохранением прежнего их вида, на архитектурно-планировочные работы;

2) на освоение новых сельскохозяйственных угодий взамен изымаемых под ПАИА, если изъятие таких земель будет иметь место. Метод исчисления затрат изложен выше;

3) на компенсацию ежегодных убытков сельскохозяйственных предприятий и государства, представляющих собой недобор прибыли колхозами и совхозами и налога с оборота государству с площади изымаемых сельскохозяйственных угодий. Метод исчисления убытков изложен выше.

Затраты первых двух пунктов представляют капитальные вложения, которые умножаются на коэффициент сравнительной экономической эффективности, переводятся в годовую размерность и суммируются с показателем пункта 3. Полученный итоговый показатель представляет годовую сумму ущерба, а при предотвращении — эффект защиты ПАИА, полученный от строительства инженерных защитных сооружений.

В зоне воздействия снежных лавин, селей, оползней, наводнений, иногда и водной эрозии находятся леса, которые при этом, как правило, погибают. В этой связи возникает проблема оценки леса, т. е. теряемых при этом основных и побочных ресурсов, рекреационных и средозащитных его функций. На основании рекомендаций И. В. Туркевича (55) и Гослесхоза СССР (59) ниже изложены методические основы экономической оценки предотвращения потерь леса в результате его защиты от стихийных явлений.



Рис. 12. Функции леса и оценка его ресурсов

Как видно из рис. 12, лес, представляющий особый вид биогеоценоза, не только является источником древесины, многих видов технического сырья, пищевых продуктов, но и выполняет средозащитные и санитарно-оздоровительные функции. При этом эффект от средозащитных и санитарно-гигиенических функций нередко превышает эффект от использования леса как источника древесины, других видов сырьевых ресурсов и побочных продуктов.

В связи с изложенным оценка возможных потерь, обусловленных снижением сырьевой и средозащитных функций леса, представляет важное звено в определении величины возможного экономического и социально-экологического ущерба. В целом эффект защиты леса от стихийного воздействия оценивается по следующей формуле:

$$P_{\text{л}} = P_{\text{д}} + P_{\text{п}} + P_{\text{с}} + P_{\text{в}} + P_{\text{р}} + P_{\text{зл}}, \quad (3.20)$$

где $P_{\text{л}}$ — эффект, достигаемый в результате защиты лесных массивов от стихийных явлений; $P_{\text{д}}$ — эффект от реализации древесины и дров; $P_{\text{п}}$ — эффект от использования побочной, недревесной продукции; $P_{\text{с}}$ — эффект от санитарно-гигиенических функций леса; $P_{\text{в}}$ — эффект от водоохранно-защитных функций леса; $P_{\text{р}}$ — эффект от рекреационных функций леса; $P_{\text{зл}}$ — эффект от сохранения лесных земель.

Экономической оценке подвергаются все насаждения, включая молодняки, средневозрастные, приспевающие и спелые, однако необходимыми потребительскими свойствами обладает только древесина в спелом возрасте. В этой связи оценка древостоев производится по эффекту, ожидаемому в спелом возрасте, дисконтированному к моменту оценки. На основе изложенного эффект защищаемого лесного массива как источника древесины определяется как разность между оценкой древесины в круглом виде и затратами на ее получение

$$\Pi_{\text{д}} = WS_{\text{л}}(Z_{\text{л}}D_{\text{л}} - I_{\text{л}}), \quad (3.21)$$

где W — запас древесины к моменту оценки, м³/га; $S_{\text{л}}$ — площадь лесов, находящихся в зоне возможного воздействия стихийных явлений; $Z_{\text{л}}$ — замыкающие затраты на получение одного кубометра древесины, приведенные в таблице 3.4 (по данным И. В. Туркевича) (55); $D_{\text{л}}$ — ценностный коэффициент древесного запаса на корню; $I_{\text{л}}$ — индивидуальные затраты на производство одного кубометра древесины, которые определяются по формуле:

$$I_{\text{л}} = (E_{\text{н}}K_{\text{зл}} + C_{\text{зл}}) + (E_{\text{н}}K_{\text{л}} + C_{\text{л}}), \quad (3.22)$$

где $E_{\text{н}}$ — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимаемый, согласно «Типовой методике» (53), равным 0,12; $K_{\text{зл}}$ — удельные капитальные вложения на заготовку и вывозку одного кубометра древесины, определяемые как частные от деления балансовой стоимости основных фондов лесозаготовительного производства на объем лесозаготовок в рассматриваемой зоне; $C_{\text{зл}}$ — плановая себестоимость заготовки и вывозки одного кубометра древесины по предприятиям рассматриваемой зоны; $K_{\text{л}}$ — удельные капитальные вложения на выращивание одного кубометра древесины. Определяется эта величина как частное от деления основных производственных фондов по лесному хозяйству на общий средний прирост древесного запаса; $C_{\text{л}}$ — себестоимость выращивания одного кубометра древесины, которая определяется как частное от деления суммы операционных затрат на общий средний годовой прирост древесины по зоне.

Таблица 3.4

Союзные республики и экономические районы	Экономическая оценка древесных запасов, руб/га	Союзные республики и экономические районы	Экономическая оценка древесных запасов, руб/га
Северо-Западный, Северный	1 007	Восточно-Сибирский	524
Центральный	1 210	Дальневосточный	178
Волго-Вятский	1 157	Прибалтийский	1 229
Центральночерноземный	1 794	Украинская ССР	2 537
Поволжский	1 890	Молдавская ССР	1 179
Северо-Кавказский и Закавказский	2 511	Белорусская ССР	449
Уральский	960	Среднеазиатский	570
Западно-Сибирский	600	В среднем по стране	

Запас древесины к моменту оценки определяется по формуле:

$$W = (W_T S_{\text{л}}) : (1 + E_{\text{нп}})^{T-t}, \quad (3.23)$$

где W_T — фактический или ожидаемый запас древостоев в возрасте рубки в м³/га; $E_{\text{нп}}$ — норматив приведения разновременных затрат, равный 0,08; T — возраст рубки в годах; t — фактический возраст насаждения в момент оценки в годах.

Ожидаемый запас к возрасту рубки определяется по таблицам динамики таксационных показателей модельных насаждений, составляемым при лесоустройстве. При оценке спелых насаждений запасы берутся из таксационных описаний. По таксационным описаниям устанавливается и фактический возраст насаждений.

Коэффициент $D_{\text{л}}$, входящий в формулу (3.21), рассчитывается по формулам:

$$D_{\text{л}} = 0,01 \sum_{n=1}^N D_n P_n, \quad (3.24)$$

$$D_{\text{л}} = \frac{V_1 D_1 + V_2 D_2 + \dots + V_n D_n}{V_1 + V_2 + \dots + V_n}, \quad (3.25)$$

где D_n — ценностный коэффициент n -го сортамента;

P_n — долевое участие n -го сортимента в общем запасе в процентах; n, N — число видов сортиментов, $n = 1 \div N$; V_1, V_2, \dots, V_n — объем отдельных сортиментов; D_1, D_2, \dots, D_n — ценностные коэффициенты отдельных сортиментов.

Ресурсы побочного и прижизненного пользования оцениваются по величине прибыли, определяемой как разность между сдаточными ценами на грибы, ягоды, плоды, орехи, лекарственные, пищевые, технические и кормовые травы, кустарники, живицу и затратами на их заготовку. В целом эффект от использования побочной продукции различных видов оценивается по формуле:

$$P_{\Pi} = \sum_{m=1}^M g_m U_m S_{\Pi}, \quad (3.26)$$

где g_m — выход m -го вида продукции с 1 га в килограммах; U_m — чистый доход с единицы m -го вида продукции в рублях; m, M — количество видов продукции, $m = 1 \div M$.

Эффект защиты лесов рекреационного значения определяется по затратам, необходимым на освоение вновь отводимых участков под рекреацию и приведение их в состояние, пригодное для этих целей. При условии полной гибели лесов рекреационного значения ущерб, а при их защите эффект, может быть рассчитан по следующей формуле:

$$P_{\Pi} = P S_{\Pi} (Z_{\text{з}} - Z_{\text{ф}}) : E_{\text{нп}}, \quad (3.27)$$

где P_{Π} — эффект от защиты лесов рекреационного назначения, руб/год; P — коэффициент, характеризующий степень привлекательности оцениваемого участка леса. Определяется как отношение фактической средней посещаемости к нормативной (предельно допустимой); S_{Π} — площадь леса рекреационного назначения; $Z_{\text{ф}}$ и $Z_{\text{з}}$ — приведенные затраты на благоустройство и содержание (эксплуатацию), соответственно фактически освоенных и наилучших (замыкающих) в рекреационном отношении оцениваемых участков леса; $E_{\text{нп}}$ — норматив приведения разновременных затрат.

На практике при определении эффекта рекреационной функции леса пользуются и другой формулой:

$$P_{\Pi} = 365 E_{\text{рл}} Z_{\text{т}} S_{\Pi}, \quad (3.28)$$

где 365 — количество дней в году; $E_{рл}$ — среднегодовое количество отдыхающих в течение одного дня на территории леса; Z_T — экономия затрат на отдых в лесу одного человека в течение одного дня. Величина Z_T в расчетах принимается ориентировочно равной 1,5 руб/чел, а в лесопарковой зоне за день — 54 руб/га.

Повреждение или уничтожение леса стихийными явлениями сопровождается нарушением водоохранной и водорегулирующей его функций:

— увеличивается сток поверхностных и уменьшается сток подземных вод, что приводит к пересыханию рек в меженный период;

— увеличивается заиливание рек и других водоемов в результате плоскостной и линейной эрозии;

— ухудшается качество воды, повышается жесткость, мутность, количество органических веществ, болезнетворных микроорганизмов, твердого стока в реках;

— увеличивается расход влаги на физическое испарение;

— повышается температура воды в водоемах, что приводит к биологическому их загрязнению.

Эффект от защиты лесов, выполняющих водоохранную и водорегулирующую функции, от воздействия стихийных явлений определяется по формуле:

$$\Delta B = S_{л} \left(\frac{W_c S_B R}{S_{лв}} + \Delta Z_B \right) \text{ руб/год,} \quad (3.29)$$

где W_c — уменьшение стока подземных вод в случае гибели лесов, в кубометрах; S_B — водосборная площадь бассейна реки, в гектарах; $S_{лв}$ — площадь леса в пределах водосборной площади бассейна реки, в гектарах; R — рента с 1 м³ воды в рублях. Ориентировочные показатели ренты 1 м³ воды, по данным СОПСа Госплана СССР (36), приведены в табл. 3.5; ΔZ_B — дополнительные затраты на улучшение качества воды, очистку водоемов в связи с уменьшением лесистости, в рублях.

Эффект от сохранения леса и его санитарно-гигиенических функций определяется суммой средств, которые потребовались бы в случае отсутствия леса для уменьшения уровня загрязнения окружающей среды до состояния, которое обеспечивается неповрежденными лесами. Для этого требуются данные о кислород-

Таблица 3.5

Водохозяйственные районы	Рентная оценка воды, коп/м ³	Водохозяйственные районы	Рентная оценка воды, коп/м ³
Нижняя Волга	0,8	Нижний Днепр	0,9
Средняя Волга, Ока, Кама	0,9	Верхний Днепр	1,2
Верхняя Волга	2,8	Крым	14,0
Междуречье Волга—Урал	5,8	Южный Буг	1,2
Верхний Дон	3,8	Днестр	2,6
Кубань	8,9	Сырдарья	10,0
Северский Донец	6,1	Амударья	2,6
Донбасс	26,1	Прибалхашский	3,5

но-производительной, пыле- и шумопоглощительной способностях леса, о стоимости производства кислорода, затратах на очистку воздуха от пыли и газов промышленными методами. Расчет производится по формуле:

$$P_c = \sum_{j=1}^J d_j Z_n S_{л} \text{ руб /год,} \quad (3.30)$$

где d_j — величина j -го свойства 1 га леса — объем выделяемого кислорода, количество задерживаемой пыли, количество поглощаемой углекислоты и др.; Z_n — затраты на получение единицы объема кислорода, очистку воздуха от пыли и газов промышленными методами, в рублях; $S_{л}$ — площадь лесов, которая может быть повреждена стихийными явлениями, в гектарах; j, J — количество санитарно-гигиенических функций рассматриваемых лесов — выделение кислорода, поглощательная способность пыли, газов и т. д. ($j = 1 \div J$).

Зная, сколько выделяется кислорода и поглощается углекислоты на образование 1 т органического вещества и насколько снизилась продуктивность леса под влиянием атмосферного загрязнения, несложно определить снижение физиологической активности 1 га леса. Средние удельные показатели оценки средозащитных функций лесов первой и второй групп, по И. В. Туркевичу (55), приводятся в табл. 3.6.

Оценка лесных земель, так же как и сельскохозяйственных угодий, производится по методике, изложенной выше в настоящей главе.

Таблица 3.6

Союзные республики и экономические районы	Оценка средн. дозащитных функций лесов, руб/га	Союзные республики и экономические районы	Оценка средн. дозащитных функций лесов, руб/га
Северо-Западный и Северный	2 000	Восточно-Сибирский	1 000
Центральный	2 400	Дальневосточный	400
Волго-Вятский	2 400	Прибалтийский	2 400
Центральночерноземный	3 600	Украинская и Молдавская ССР	5 000
Поволжский	3 800	Белорусская ССР	2 400
Северо-Кавказский и Закавказский	5 000	Среднеазиатский	1 000
Уральский	1 900	В среднем по стране	1 812
Западно-Сибирский	1 200		

Оценка почво- и полезащитных функций производится преимущественно по полезащитным лесополосам.

В реальных условиях чаще всего от стихийного воздействия защищаются как объекты народного хозяйства, так и сельскохозяйственные угодья и лесные массивы. Поэтому эффект строительства инженерных защитных сооружений следует определять с учетом защиты тех и других объектов, т. е. суммированием затрат и достигаемых эффектов, рассчитанных по изложенным выше методам:

$$Э_{\Pi} = (\Pi_{\text{з}} + \Pi_{\text{н}} + \Pi_{\text{л}} - С) : (K + K_{\text{из}}), \quad (3.31)$$

где $Э_{\Pi}$ — коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство ИЗС; K , $С$ — соответственно капитальные вложения и ежегодные издержки по ИЗС при комплексном решении проблемы защиты.

Как указывалось выше, строительство инженерных защитных сооружений является дорогостоящим мероприятием. Поэтому в первую очередь путем экономического сопоставления необходимо установить оптимальный вариант защиты. Оптимальное решение устанавливается путем сравнения вариантов защиты объектов народного хозяйства или переноса (строительства) их на новое место, т. е. вне зоны влияния

стихийных природных явлений. Однако не исключено, что часть объектов (предприятий) целесообразно перенести, а часть сохранить на месте, защитив их строительством инженерных сооружений. Выбор оптимальных направлений защиты земель и объектов народного хозяйства производится с учетом специфики воздействия каждого из видов стихийных явлений. Этот вопрос рассмотрен в последующих главах.

4

Эрозия- ржавчина полей

В сохранении и рациональном использовании земельных ресурсов страны для сельскохозяйственных целей существенное значение имеет борьба с водной эрозией. Различаются линейная, или овражная, и плоскостная водная эрозия. Нередко овражная эрозия является результатом развития плоскостного смыва.

В результате наблюдений в разных регионах страны установлено, что 30% оврагов росли в длину со средней скоростью до 2 м в год, около 38% — на 3—8 м, 23% — на 10—40 м и почти 9% — на 50 м и более (23). Специальные исследования, проведенные в ЦЧО, показали, что склоны северной экспозиции получают солнечной энергии на 17—24% меньше, чем ровные участки, а склоны южных экспозиций — соответственно больше. На склонах северных экспозиций площадь оврагов оказалась в 2,4 раза больше, чем на склонах южных (23). При таких показателях интенсивности развития эрозионных процессов протяженность овражной сети в Саратовской области к концу 1982 г. превысила 30 тыс. км, в Куйбышевской области — 25 тыс. км, а в ЦЧО имеются целые районы с густотой овражной сети в 1 км на 1 км² и более. По подсчетам специалистов, в ЦЧО с 1935 по 1960 г. в среднем за год площадь, занятая оврагами, увеличилась на 9,4 тыс. га, и теперь на каждый квадратный километр приходится по 0,85 га площади под оврагами (1). В одном из колхозов Рязанской области потеря сельскохозяйственной продукции под каждым гектаром оврага составляет 350 руб. в год.

Во многих хозяйствах овраги расчленили большие

площади склоновых земель на мелкие, неудобные, а часто совершенно не пригодные для обработки участки. Овражная эрозия снижает возможность увеличения валового сбора сельскохозяйственной продукции и в связи с усилением засухи. Летом овраги создают условия для увеличения поверхностного стока осадков, зимой облегчают возможность сдувания со склонов снегового покрова и в целом снижают уровень грунтовых вод на прилегающих землях. Таким образом, снижается урожайность сельскохозяйственных культур, особенно в засушливые годы.

Овраги затрудняют строительство дорог и увеличивают их стоимость (в силу роста протяженности дорог и необходимости строительства дополнительных сооружений). Они разрушают автомобильные и железные дороги, различные жилые и промышленные сооружения. Нередко под слоем смытых наносов погибают посевы в долинах рек. Протяженность дорог из-за развития овражной эрозии, как показывают исследования, в ряде районов увеличилась на $\frac{1}{3}$. Продуктами смыва и размыва оврагов (около 15—20% объема) заиливаются средние и крупные реки, искусственные и естественные водоемы (22), в результате чего ухудшается в них гидрологический и гидробиологический режим. Таким образом снижается рыбопродуктивность, ухудшаются рекреационные условия.

Наиболее опасным с точки зрения сельского хозяйства является все же плоскостной смыв. Интенсивные эрозионные процессы протекают на постоянно обрабатываемых землях лесостепной и степной зон страны, а также в предгорных и горных районах Закавказья, Средней Азии, Сибири, Прикарпатья (см. рис. 13). Зоны распространения овражной эрозии показаны на рис. 14. Эрозионное районирование бассейна Днестра показано на рис. 15.

Показатели степени смывости почв в зависимости от крутизны склонов (суммарные данные для склонов всех экспозиций) приведены в табл. 4.1.

В четырех районах Ростовской области при паропропашной системе земледелия за 17 лет наблюдений (7) на склонах 2—5° среднегодовой смыв почвы составил 250 т/га. В Молдавии в 1948 г. при выпадении исключительно сильного ливня со слоем осадков 219 мм смыв почвы достиг 530—760 т/га, а на отдельных участках склонов смыто по 2—3 тыс. т/га почвы.

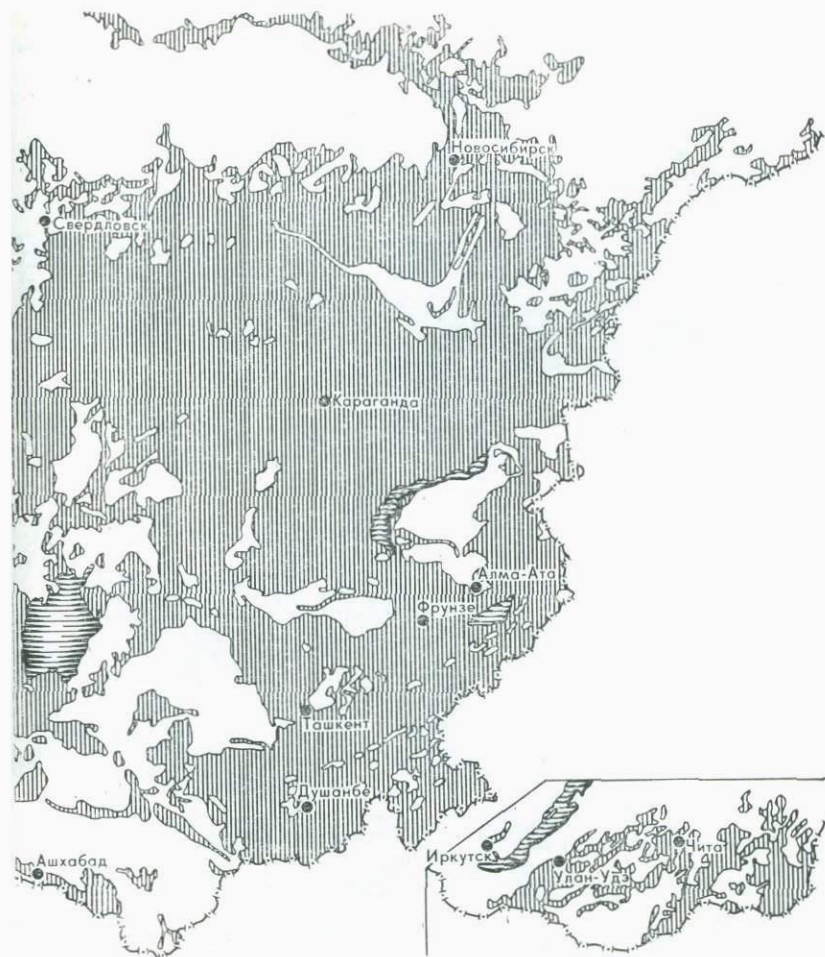


Рис. 13. Сельскохозяйственные угодья, имеющие смыв почв (по материалам Почвенного института)

Таблица 4.1

Крутизна склонов, в градусах	Степень смывости почв, %			
	Слабая	Средняя	Сильная	Несмываемые
до 1	0	0	0	100
1—2	58	3	0	39
2—5	66	29	1	4
5—10	41	30	26	3
более 10	18	18	64	0

В Донбассе при ливне со слоем осадков 41 мм был зафиксирован смыв почвы 553 т/га. В Грузии под пропашными культурами на склонах за год сносилось до 1 тыс. т/га почвы, в Азербайджане годовой смыв почвы достигал 200—300 т/га. Смыв почвенного слоя в результате эрозии в Узбекистане и Таджикистане доходил до 500—600 т/га. Исследования показали, что среднегодовая величина смыва почвы на посевах пропашных культур, в садах и виноградниках составляет около 30—35 т/га, а на посевах зерновых густопокровных культур — 10—15 т/га. В ЦЧО среднегодовой

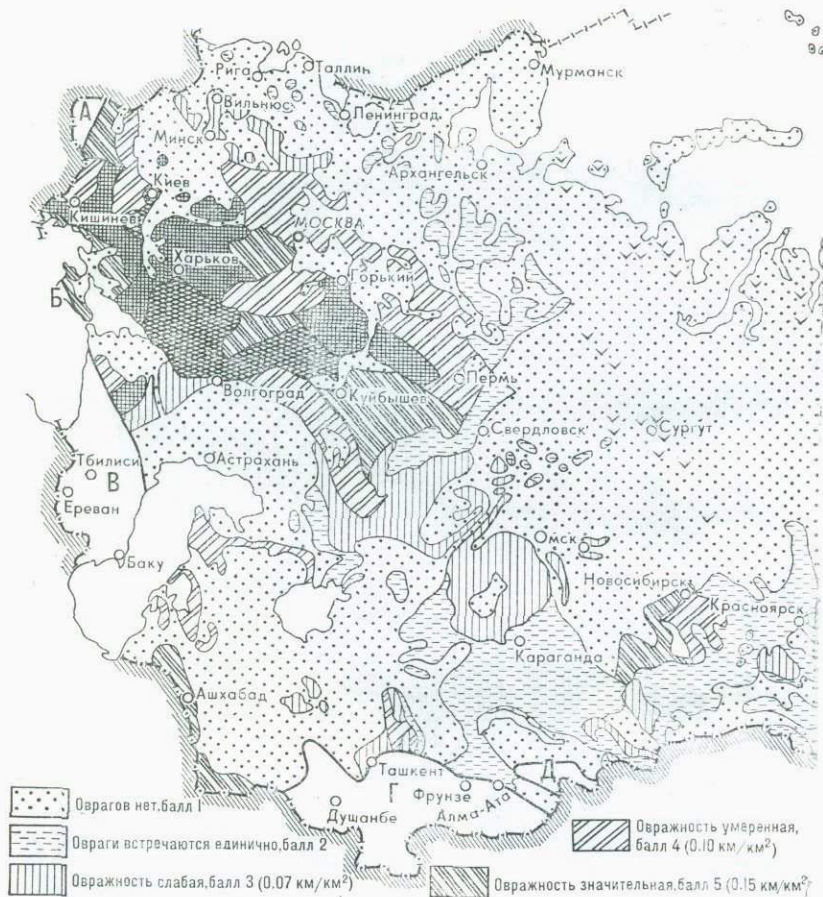
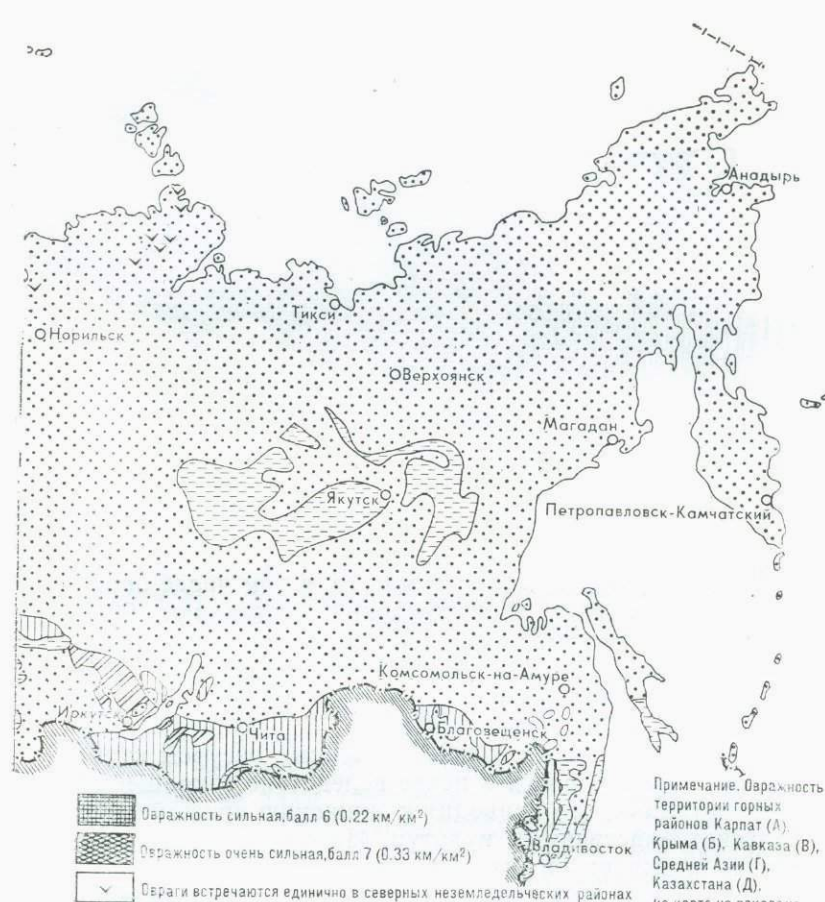


Рис. 14. Районы распространения овражной эрозии по степени интенсивности (по Е. А. Мироновой)

смыв при крутизне склона 1—4° составил 2 т/га; 4—7° — 5,7, круче 7° — более 11 т/га. Между тем в ЦЧО при смыве 1 см слоя типичного чернозема теряется с 1 га площади более 600 кг азота, 400 кг фосфора, 300 кг калия; при смыве 1 см слоя южного чернозема — соответственно 760, 240, 800 кг. При этом в ЦЧО для выращивания 1 т зерна требуется в среднем 33 кг азота, 10 кг фосфора, 26 кг калия. Принято считать, что урожайность зерновых на слабоэродиро-



ванных землях снижается в среднем на 10—20%, на среднеэродированных — 30—50, на сильноэродированных — 50—70% (7).

Эрозия, подобно ржавчине, разъедает и разрушает общенародное достояние — землю. Водной эрозии в СССР подвержены около 150 млн га пашни, а всего — 200 млн га сельскохозяйственных угодий, из них сильносмытые почвы составляют 40 млн га, средне-смытые — 63, слабосмытые — 97 млн га (8). Например, только в Молдавии, где свыше 83% сельскохозяйственных угодий имеют уклон более 1°, овраги ежегодно выводят из оборота около 1 тыс. га пашни (5).

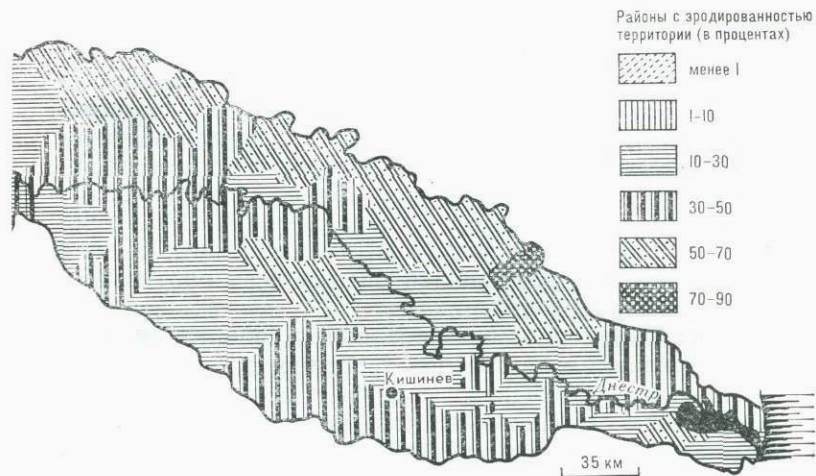
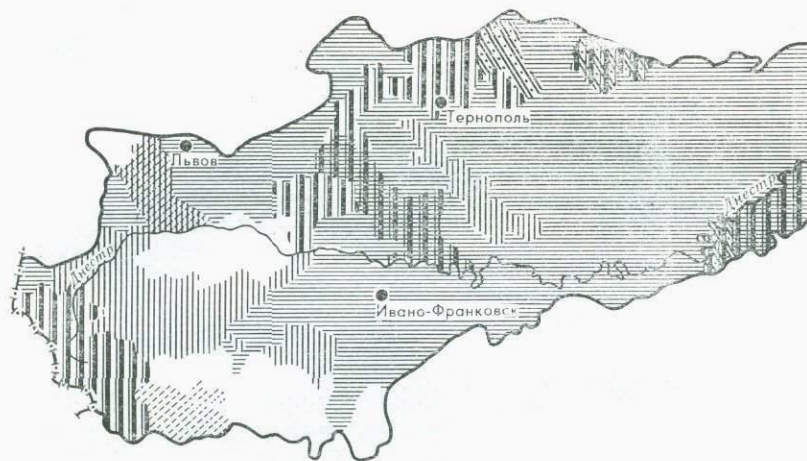


Рис. 15. Эрозионное районирование бассейна Днестра

В СССР овраги занимают 6 млн га, в том числе овраги антропогенного происхождения составляют 90% (13). Установлено, что в СССР смывается с пашни от 4 до 4,5 млрд т почвы, или 200 млн т гумуса в год. В пересчете на азот, фосфор и калий это составляет 100 млн т стандартных туков (7). В результате эрозии уменьшаются не только почвенные ресурсы страны, но и запасы влаги в почве вследствие сокращения инфильтрации, что приводит к снижению урожайности сельскохозяйственных культур. Наряду с этим смыв почвы вызывает загрязнение окружающей среды. Например, водохранилища и пруды Молдавии в результате эрозионного процесса ежегодно заиливаются на 57 млн м³ (18).

Таким образом, борьба с водной эрозией является чрезвычайно важной народнохозяйственной проблемой. Противоэрозионные работы в нашей стране хотя и велись систематически, однако далеко не в тех масштабах, которые требовались и требуются, чтобы превратить прогрессирующий процесс эрозии в процесс затухающий. Известно, что борьба с эрозией почв требует значительных затрат, но не всегда дает видимый эффект. Возможно, поэтому нет должного внимания к этим мероприятиям со стороны планирующих органов.

Полному регулированию стока талых и дождевых

вод с помощью противоэрозионных сооружений и мероприятий существенно препятствуют природные факторы, на которые воздействовать очень трудно. В этих условиях имеется два выхода — частичная аккумуляция и регулярный сброс осадков со склонов (полей, водосборов) при помощи инженерных сооружений, сочетаемых с иными приемами. Однако без водоудерживающих мероприятий на пашне гидротехнические сооружения не дают требуемого эффекта. Как отмечал С. С. Соболев (21), легче предупредить эрозию, препятствуя образованию крупных потоков, чем впоследствии бороться с их разрушающим действием.

Процессы смыва плодородного слоя почвы и образования оврагов достаточно хорошо изучены (9, 17). Проектировщики противоэрозионных мероприятий широко пользуются методами расчетов объема возможного смыва плодородного слоя почвы и площади, которая может быть поражена оврагами.

Противоэрозионные мероприятия подразделяются на организационно-хозяйственные, агротехнические, лесомелиоративные и гидротехнические. Обоснование агротехнической и технической возможности и экономической целесообразности каждого из видов и в комплексе является задачей проектировщиков при проектировании приемов борьбы с водной эрозией. При этом проектирование противоэрозионных мероприятий

должно производиться в увязке с конкретными природно-климатическими условиями, с учетом накопленного практического опыта в каждом рассматриваемом регионе. Шаблонный перенос технических и агротехнических приемов из одних районов в другие недопустим. Каждый из видов противоэрозионных мероприятий воздействует на процесс эрозии по-своему, поэтому должен быть свой метод расчета достигаемого экономического эффекта. Однако это не исключает, на наш взгляд, возможности общей оценки всех противоэрозионных мероприятий.

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают организацию территории хозяйств, изменение их границ и их производственных подразделений, установление соответствующей структуры сельскохозяйственных угодий, посевных площадей и т. д., которые препятствовали бы дальнейшему развитию эрозионного процесса.

Комплекс агротехнических мероприятий включает следующие приемы по борьбе с водной эрозией: обработку поля поперек склона, контурную пахоту, кротование и щелевание почвогрунтов, прерывистое боронование зяби, залужение, посадку плодоносящих многолетних насаждений.

Лесомелиоративные мероприятия охватывают следующий комплекс работ: посадка прибалочных и приовражных лесополос, сплошное облесение оврагов, а также лесополосы на водораздельных склонах, по берегам рек, прудов и водоемов.

Гидротехнические сооружения оказывают прямое воздействие на поверхностный сток и являются одним из наиболее эффективных средств борьбы с водной эрозией. В зависимости от назначения все противоэрозионные гидротехнические сооружения подразделяются на водонаправляющие, водозаборные, дноукрепительные.

К водонаправляющим сооружениям относятся: водонаправляющие валы и нагорные каналы, валы-распылители и каналы-распылители.

В состав водосборных противоэрозионных сооружений входят: валы-каналы, валы-террасы, пруды и микроканалы.

Водосбросные сооружения включают в себя: перепады, быстротоки, консольные, шахтные и трубчатые водосбросы (см. рис. 16).

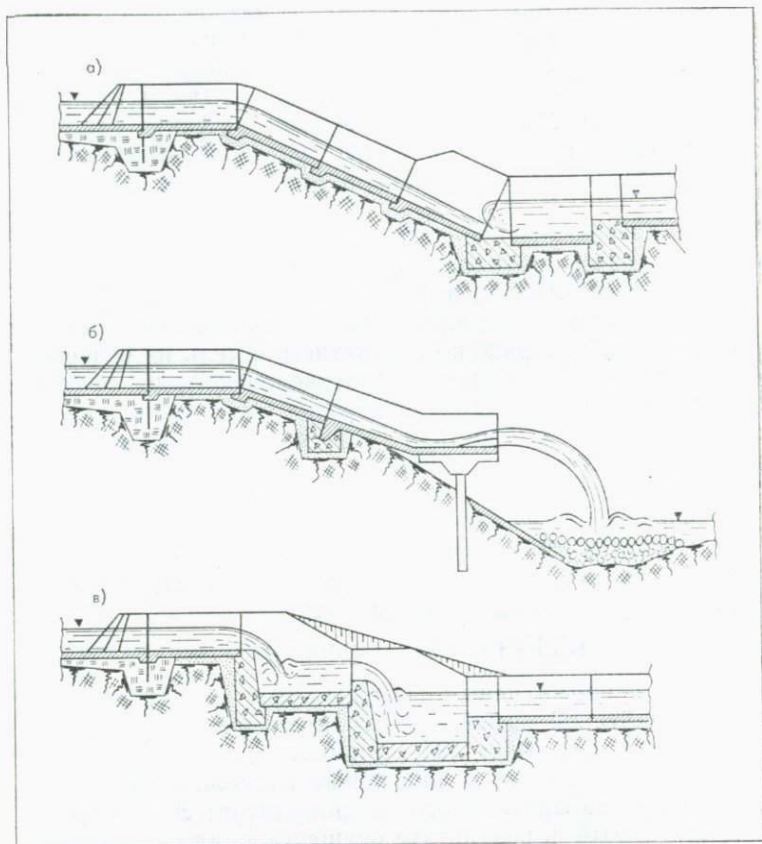


Рис. 16. Бетонные сопрягающие противоэрозионные сооружения: а — быстроток; б — консольный сброс; в — ступенчатый перепад

К донным сооружениям относятся запруды и полузапруды, донные перепады и пороги.

Вопрос применения тех или иных типов противоэрозионных сооружений или в комплексе с другими мероприятиями решают в каждом конкретном случае, исходя из рельефных, почвенно-гидрогеологических и других условий. Однако следует отметить, что строительство противоэрозионных сооружений широкое развитие получило в нашей стране лишь в последние годы. Связано это, видимо, с тем, что строительство

противоэрозионных сооружений не обеспечивает, как правило, прироста производства сельскохозяйственной продукции, а лишь способствует сохранению земель в сфере сельскохозяйственного производства и их продуктивности. Методика определения эффекта защиты и сохранения земель в сфере сельскохозяйственного производства до настоящего времени еще не разработана.

Гидротехнические сооружения по сравнению с другими видами противоэрозионных мероприятий отличаются исключительно высокой стоимостью. Кроме того, строительство некоторых видов противоэрозионных сооружений сопряжено с изъятием земель из сельскохозяйственного оборота. Противоэрозионный эффект от разных типов гидротехнических сооружений различен. Поэтому выбор типа сооружения в каждом конкретном случае производится с учетом природных условий и достигаемого экономического эффекта защиты от эрозии сельскохозяйственных угодий, дорог и населенных пунктов. При выборе типа сооружения сравниваются варианты противоэрозионного мероприятия по формуле приведенных затрат:

$$(E_n K_i + C_i) : \mathcal{E}_i \rightarrow \text{минимум}, \quad (4.1)$$

где E_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимаемый, согласно «Типовой методике» (24), равным 0,12; K_i , C_i — капитальные вложения и ежегодные издержки i -го варианта противоэрозионного мероприятия; \mathcal{E}_i — эффект, достигаемый в результате осуществления i -го варианта противоэрозионного мероприятия.

При этом в составе ежегодных издержек необходимо учесть также тот ущерб (потери чистого дохода), который будет нанесен сельскохозяйственному производству в результате отчуждения земель под строительство сооружений.

Если на основании произведенных расчетов удельные величины приведенных затрат по вариантам сооружений окажутся близкими друг к другу, то к строительству рекомендуется вариант с минимальными затратами дефицитных строительных материалов.

Строительство противоэрозионных гидротехнических сооружений (в зависимости от их типов) позволяет предотвратить следующие виды ущербов сельскохозяйственному производству: предотвращается

дальнейшее выбытие земель из сельскохозяйственного оборота как в зоне размыва, так и в зоне отложения продукта размыва — пойм рек, речных долин; вынос почвы, питательных веществ и пестицидов с полей в гидрографическую сеть; занос продуктами размыва и смыва пойменных кормовых угодий, естественных и искусственных водоемов; переход земель из одной в другую категорию сельскохозяйственных угодий (например, из пашни в пастбище).

В зоне оврагов при отсутствии противоэрозионных сооружений (на пашне) образуются межовражные языки. Вследствие этого приходится прекращать полевые работы и в лучшем случае использовать пашню как сенокос или пастбище. Межовражные участки являются большим неудобством для механизированной обработки.

По данным Грызлова Е. В. и Крикуна Л. С. (4), в Ростовской области интенсивность прироста межовражных земель в 5 раз превышает площадь ежегодного прироста оврагов; такая же картина наблюдается и в Молдавии (5).

В результате проведения таких противоэрозионных мероприятий, как террасирование склонов, выполаживание откосов оврагов или засыпка последних и их отвержков, эти земли вовлекаются в сельскохозяйственный оборот. В Молдавии, например, они используются под сады и виноградники. Для посадки и ухода за ними потребуются капиталовложения, которые окупятся через определенное время. Эффективность от виноградников можно ожидать через 5 лет, от садов — через 7 лет после их посадки. В этом случае коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_n = \frac{P_3 - C}{K + K_n} - \frac{1}{5 \div 7}, \quad (4.2)$$

где \mathcal{E}_n — коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений; P_3 — эффект при достижении многолетними насаждениями товарного плодоношения, определяемый по формуле 3.2; K — капитальные вложения на террасирование склонов, выполаживание откосов оврагов или засыпку последних; K_n — капитальные вложения на посадку многолетних насаждений и уход за ними до товарного плодоношения; C — эксплуатационные затраты и аморти-

зационные отчисления по противоэрозионным мероприятиям и сооружениям.

В некоторых случаях овраги после террасирования и выполаживания откосов или после засыпки могут быть использованы для выращивания саженцев плодовых деревьев. В этом случае, если отнести затраты на посев семян саженцев и уход за ними к ежегодным издержкам, коэффициент общей экономической эффективности определяется по следующей формуле:

$$\Delta_{\Pi} = [(P_3 : T_c) - C] : K, \quad (4.3)$$

где P_3 — эффект, достигаемый от реализации саженцев, за вычетом издержек на посев и уход за ними; T_c — период выращивания саженцев, в годах.

В случае использования после коренной мелиорации заовраженной территории под посев сельскохозяйственных культур коэффициент общей экономической эффективности определяется по формуле (4.2). Однако при этом из формулы исключается выражение T_c , а величина эффекта P_3 определяется по формуле (3.2).

Приведенными формулами определяется коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений на строительство сооружений и осуществление мероприятий, направленных на ликвидацию последствий линейной водной эрозии.

Ниже изложена методика экономического обоснования капитальных вложений, направляемых на защиту земель от водной эрозии.

Как указывалось выше, в результате строительства некоторых видов гидротехнических сооружений и проведения лесомелиоративных мероприятий отчуждаются земли, представляющие основные фонды сельскохозяйственных предприятий, что приводит к недобору сельскохозяйственной продукции. Кроме того, при водной эрозии выбытие земель из сельскохозяйственного оборота, как отмечают Н. В. Медведев и Ю. И. Майоров (14), происходит не мгновенно, а в течение определенного периода, измеряемого, как правило, многими годами. Эти факторы должны быть учтены при определении экономической эффективности противоэрозионных гидротехнических сооружений и связанных с ними мероприятий.

Из всех перечисленных видов ущербов от водной эрозии относительно легко поддается учету площадь

земель, выбывших из сельскохозяйственного оборота (овраги и межовражные пространства). Интенсивность роста оврагов по годам и размер ежегодного уменьшения пахотных земель можно определить по материалам аэрофотосъемки. С этой целью производится наложение карт, составленных по материалам аэрофотосъемки, 10—20-летней давности на современные и путем планиметрирования определяется площадь прироста оврагов и межовражных земель. Если по гипсометрической, почвенной, геологической картам можно выявить сходство оврага на старой и на новой картах, то такой овраг может служить эталоном для других, развитие которых только началось. На основе данных картографического анализа проектируется противоэрозионное сооружение. При отсутствии материалов аэрофотосъемки площадь возможного отчуждения земель из сельскохозяйственного оборота определяется по теоретической формуле, рекомендованной И. Д. Брауде (1).

Таким образом, в результате водной эрозии, если не проводить против нее мероприятия, земля перестанет существовать как основное средство производства в сельском хозяйстве, и, кроме того, хозяйства недополучат с этих земель продукцию. Эти факторы должны быть учтены при определении экономической эффективности проектируемых противоэрозионных сооружений и мероприятий.

Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений, направляемых на защиту земель от водной эрозии, определяется по формуле:

$$\Theta = [P_3 + (P_{л} : T_{л}) - C] : K, \quad (4.4)$$

где P_3 — эффект, который может быть достигнут в результате защиты земель сельскохозяйственного назначения от водной эрозии. Величина эффекта определяется по формуле 3.2; $P_{л}$ — эффект, достигаемый от реализации древесины лесополос; C — амортизационные отчисления и эксплуатационные затраты противоэрозионных сооружений и мероприятий; K — капитальные вложения на противоэрозионные сооружения и мероприятия; $T_{л}$ — продолжительность роста деревьев в лесополосах с момента их посадки до полной их зрелости (лет). Этот период зависит от пород деревьев, посаженных в лесополосах.

Древесина, выращенная на лесополосах, может служить продуктом реализации. При этом оценка древесины производится в соответствии с действующими прейскурантами. В каждом конкретном случае учитывается отдельно древесина, идущая на собственные нужды сельскохозяйственных предприятий и отпускаемая для удовлетворения потребностей колхозников и рабочих совхозов.

Процесс выбытия земель в результате линейной эрозии, как было указано выше, происходит не мгновенно, а в течение длительного периода времени, соответственно и ущерб от выбытия земель в случае отсутствия противоэрозионных сооружений и мероприятий возрастал бы постепенно. В связи с изложенным предполагаемый ущерб на какой-либо год определяется по следующей формуле:

$$U_t = U_{за} t : T, \quad (4.5)$$

где U_t — ущерб, который был бы предотвращен на t -й год развития оврага; $U_{за}$ — ущерб, который имел бы место при полном развитии оврага через T лет. Величина $U_{за}$ определяется по площади эродированных земель с помощью формулы (3.5); T — продолжительность развития линейной эрозии в годах; t — год развития оврага в случае отсутствия противоэрозионных сооружений и мероприятий ко времени осуществления последних.

При проведении лесомелиоративных мероприятий для защиты сельскохозяйственных угодий от плоскостной водной эрозии расчет коэффициента общей экономической эффективности производится по формуле (4.4). В результате посадки лесополос повышается урожайность сельскохозяйственных культур, от которой хозяйства будут иметь определенный эффект. Однако этот эффект будет иметь место лишь тогда, когда деревья достигнут определенной высоты. По данным А. А. Комлева (11), прибавка урожая зерновых составляет (в зависимости от средней высоты лесополос): до 3 м — 25%; до 5 м — 50%; до 7 м — 75%; до 9 м — 90%; более 9 м — 100%.

При расчете предотвращаемого ущерба в результате защиты сельскохозяйственных угодий от плоскостной эрозии в формуле (3.5) величина $P_{фз}$ определяется с учетом следующего фактора: в зоне будущего влияния эрозии имеются земли разной степени

эродированности: слабо-, средне- и сильноэродированные. Если по рекомендациям Молдавского НИИ почвоведения и агротехники имени Н. А. Димо (15) для неэродированных земель урожайность принять равной единице, то для слабоэродированных почв урожай равен 0,7, для среднеэродированных — 0,6 и для сильноэродированных — 0,4. Средняя удельная сумма недобора чистого дохода с эродированных земель определяется по формуле:

$$\bar{P}_{фз} = \frac{P_{фз}(0,7 F_{сл} + 0,6 F_{ср} + 0,4 F_{си})}{F_{сл} + F_{ср} + F_{си}}, \quad (4.6)$$

где $P_{фз}$ — удельная сумма чистого дохода с неэродированных земель, руб/га; $F_{сл}$, $F_{ср}$, $F_{си}$ — площади соответственно слабо-, средне- и сильноэродированных земель. Размеры площадей с разной степенью эродированности должны устанавливаться по эталонным оврагам.

5

Наводнения — трагедия жителей речных долин

Наводнения в большей или меньшей степени периодически наблюдаются на большинстве рек Советского Союза. Величина паводка и его повторяемость определяются главным образом климатическими и орографическими факторами, которые характеризуются на территории СССР большим разнообразием.

По условиям формирования стока, а следовательно, и наводнений реки Советского Союза подразделяются на четыре типа (3).

1. Реки с максимальным стоком от таяния снега на равнинах. В однопиковое половодье проходит от 50 до 80% годового стока. К этому типу относится большинство рек европейской части СССР и Западной Сибири.

2. Реки с максимальным стоком от таяния горных снегов и ледников. Они имеют многопиковую и гребенчатую форму гидрографа — это реки Средней Азии, Закавказья и Северного Кавказа.

3. Реки с паводками от выпадения дождей. Мак-

симальные расходы и объемы стока, превышающие нередко снеговые, формируют обложные дожди на Дальнем Востоке, в Сибири, на Украине. Гидрограф этих рек многопиковый.

4. Реки с максимальными паводками от совместного влияния снеготаяния и дождей. Режимы этих рек характеризуются весенним половодьем от таяния снегов, повышенной летней и зимней меженьями за счет обильного грунтового питания и осенними дождевыми паводками — реки Северо-Западных районов СССР и Кавказа.

Особенно опасные наводнения наблюдаются на реках дождевого и ледникового питания или при сочетании этих двух факторов.

Суммарная площадь пойменных земель в СССР составляет 1,9% от площади всех земель страны, или свыше 40 млн га (3). Из этой площади на поймы южных рек европейской части Союза, направленных к Черному и Каспийскому морям, приходится около 25% и на поймы рек северных и сибирских, текущих к северным морям, — 75%. Наиболее ценные — поймы Волги, Дона, Кубани, Днепра и Терека. В настоящее время по южным рекам хозяйственное значение сохраняют поймы Волги ниже Волгограда (1,9 млн га), низовьев Кубани (0,87 млн га), в дельтах Терека и Сулака (935 тыс. га), малых и средних южных рек (250 тыс. га).

Поймы малых рек характеризуются краткосрочностью затопления — менее 7 дней. Продолжительность затопления пойм средних рек — от 7 до 15 дней. Поймы же крупных рек в естественных условиях затопляются на 80—90 дней.

Вода всегда была одним из главных элементов потребления человека. Поэтому человек строил свое жилище около рек на наиболее молодых террасах и осваивал в первую очередь земли, прилегающие к реке, где размещены плодородные почвы и имеется обилие влаги. Но река доставляла человеку и неприятности, смывая паводками жилища и посевы, и не случайно, видимо, наводнения названы врагом номер два (4). Человек издавна строил защитные дамбы. Например, на территории СССР было создано более 200 крупных систем обвалований общей протяженностью более 12 тыс. км, защищающих свыше 9 млн га сельскохозяйственных угодий (1).

В нашей стране в широких масштабах проведено обвалование на поймах Терека, Кубани, Куры, Риони (нижнее течение в пределах Колхидской низменности), Амударьи и Сырдарьи и др. От амурских паводковых вод защищены дамбами Хабаровск, Благовещенск, Комсомольск-на-Амуре, Биробиджан и др. Обвалование использовалось для защиты ряда крупных городов и промышленных объектов (4).

Защитные дамбы не решают полностью проблему борьбы с паводками. Поэтому после Великой Отечественной войны в нашей стране большое внимание уделяется комплексному решению задачи борьбы с паводками, главным образом с помощью строительства водохранилищ. Таким образом, была решена в основном проблема борьбы с паводками на Волге, Днепре (кроме Припяти и Верхнего Днепра), Дону, Куры, Кубани. По оценке некоторых специалистов, в результате создания водохранилищ к началу 1980 г. был ликвидирован ущерб от паводков в среднем за год на сумму 150 млн руб. (14).

Например, вдоль берегов Кубани было построено более 90 км дамб, защищавших 6,5 тыс. км² территории, на которой проживает более 300 тыс. человек. Строительство Краснодарского водохранилища емкостью более 3 км³ позволило срезать пик паводков обеспеченностью 0,1—1,0% с 2800—2300 до 1500—1400 м³/с. Таким образом, проблема борьбы с паводками в низовьях Кубани в основном была решена (1).

Чтобы быстрее освоить пойменные земли или водные ресурсы рек, как для сельского хозяйства, так и для строительства народнохозяйственных объектов, довольно часто защитные дамбы возводятся на отдельных участках пойм рек. Такое локальное решение нередко приводит к еще большим негативным последствиям. Тенденция роста ущербов от паводков характерна не только для Советского Союза, но и для многих стран мира, так как темпы освоения затопляемых территорий значительно опережают темпы строительства сооружений для их защиты и в целом сумма ущерба от наводнений превышает сумму эффекта, достигаемого в настоящее время от строительства защитных сооружений (3). Проблема защиты народнохозяйственных объектов от наводнений в нашей стране, бесспорно, будет решена, если ею заниматься

не на отдельных участках реки, а по всему ее бассейну и если народнохозяйственное освоение пойменных земель будет производиться в увязке со строительством инженерных защитных сооружений. Следует заметить, что строительство водохранилищ является главным, но не единственным средством защиты от наводнений. Инженерно-экономические расчеты, произведенные по отдельным рекам бассейна Днестра, показывают: на одних реках проблему защиты от наводнений целесообразно решать только путем строительства водохранилищ, на других — строить водохранилища в сочетании с защитными дамбами.

Величина ущерба, наносимого наводнениями, зависит от высоты и скорости подъема уровня воды, площади затоплений, своевременности их прогноза, наличия и состояния защитных гидротехнических сооружений, от степени заселенности и сельскохозяйственной освоенности речных долин и пойм. По высоте подъема уровня воды в реках, размерам площадей затоплений и величине наносимого ущерба речные наводнения делятся на четыре категории: низкие (малые), высокие, выдающиеся (большие), катастрофические (4, 8).

Низкие (малые) наводнения наблюдаются на равнинных реках и бывают примерно один раз в 5—10 лет. Затопляется при этом менее 10% сельскохозяйственных угодий, расположенных в низких местах. Эти наводнения наносят незначительный материальный ущерб и почти не нарушают ритма жизни населения.

Высокие наводнения сопровождаются значительным затоплением, охватывают сравнительно большие участки речных долин и иногда существенно нарушают хозяйственный и бытовой уклад населения. В густонаселенных районах высокие наводнения нередко приводят к частичной эвакуации людей, наносят ощутимый материальный и моральный ущерб. Происходят они один раз в 20—25 лет. Затопливается 10—15% сельскохозяйственных угодий, преимущественно сенокосы и пастбища.

Выдающиеся (большие) наводнения охватывают целые речные бассейны. Они парализуют хозяйственную деятельность и резко нарушают бытовой уклад населения, наносят большой материальный и моральный ущерб. Во время выдающихся наводнений обыч-

но возникает необходимость массовой эвакуации населения и материальных ценностей из зоны затопления и защиты наиболее важных хозяйственных объектов. Выдающиеся наводнения повторяются примерно один раз в 50—100 лет. Затопливается при этом 50—70% сельскохозяйственных угодий — основные сенокосно-пастбищные угодья и половина пахотных земель поймы. Начинается затопление населенных пунктов.

Катастрофические наводнения вызывают затопления громадных территорий в пределах одной или нескольких речных систем. При этом в зоне затопления полностью парализована хозяйственная и производственная деятельность, временно изменяется жизненный уклад населения. Такие наводнения приводят к огромным материальным убыткам и гибели людей и случаются не чаще одного раза в 100—200 лет или еще реже. Затопливается более 70% сельскохозяйственных угодий, населенные пункты, промышленные предприятия и инженерные коммуникации.

Приведенная выше повторяемость наводнений во времени наблюдалась в речных долинах при слабо выраженном антропогенном влиянии. В условиях НТР вероятность повторения наводнений различных категорий во времени нарушается.

Регионом, где велико еще негативное влияние наводнений, является бассейн Амура. Через него проходят главные транспортные магистрали, там сосредоточена большая часть сельскохозяйственных земель, промышленных и строительных объектов. Наводнения в бассейне Амура обусловлены, с одной стороны, климатическими, с другой — физико-географическими особенностями Дальнего Востока. Характерная черта дальневосточного климата — сезонность в распределении осадков, обусловленных воздействием летних муссонных ветров, приносящих с океана насыщенные влагой облака, и осенних сильных юго-западных циклонов. В результате во второй половине лета и осенью наблюдается от одного-двух до пяти—семи паводков, средняя продолжительность которых колеблется по годам от десяти дней до двух месяцев, и за это время выпадает в среднем 70%, а в отдельные годы — до 90% годового количества осадков (6).

К физико-географическим особенностям, способствующим увеличению неравномерности стока и опре-

деляющим наряду с дождевыми осадками интенсивность наводнений, относятся: быстрое стекание воды со склонов в русла рек, слабая проницаемость грунтов из-за близкого расположения водоупорных пород, многолетняя мерзлотность или сезонная глубокая промерзаемость грунтов; резкие переходы от горных участков русел рек к равнинным, вызывающие быструю смену уровней и скоростей, образование подпоров в равнинных частях рек, благоприятствующих выходу паводковых вод из русла с небольшой пропускной способностью и разливу их по прибрежной территории (6).

За 70 лет наблюдений (1896—1965 гг.) на Верхнем Амуре было 37 наводнений. Из них высоких — 2, выдающихся — 9. На Среднем Амуре за 69 лет (1898—1966 гг.) — 44 наводнения. Из них высоких и выдающихся — 28. На Зее за 66 лет (1901—1966 гг.) — 32 наводнения. Из них высоких — 13 и выдающихся — 6. На Бурее за 54 года (1913—1966 гг.) — 29 паводков, в том числе высоких — 7 и выдающихся — 6. В зоне выдающихся паводков на Зее и Среднем Амуре находятся 450 тыс. га земель, в том числе 292 тыс. га сельскохозяйственных угодий. На указанной территории размещаются 137 населенных пунктов, в том числе города Свободный, Благовещенск и Зея. В целом в бассейне Амура за 60 лет зафиксировано около 550 наводнений, в том числе 54 катастрофических (6).

В период наводнения 1928 г., продолжавшегося около двух месяцев, были затоплены все населенные пункты (из них 11 полностью смыты), пострадали посевы сельскохозяйственных культур. Строительство противопаводковых сооружений позволило более интенсивно использовать сельскохозяйственные угодья, вовлечь в сельскохозяйственный оборот новые площади. После строительства Зейского гидроузла общей емкостью 96 млрд м³ и противопаводковой емкостью водохранилища 16,1 млрд м³, согласно расчетам проектировщиков, среднесреднеголетний ущерб уменьшился на 5,5 млн руб. В этой связи отпала необходимость возведения сооружений по защите городов от наводнений на сумму около 17 млн руб. (6).

Другим районом, где еще наносится значительный ущерб народнохозяйственным объектам, является бассейн Днестра. В бассейне этой реки в зоне паводкового затопления находится 211 населенных пунктов,

8 поселков городского типа и 5 городов, автомобильные и железные дороги общей протяженностью более 1 тыс. км и более 100 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Для предотвращения и сокращения ущербов от наводнений в бассейне Днестра запроектирован комплекс гидротехнических сооружений — водохранилища и защитные дамбы. В настоящее время строится водохранилище комплексного назначения на р. Стрый, которое позволит сократить ущерб от паводков в среднем за год на сумму 4,3 млн руб. (4).

Бассейн Припяти характеризуется равнинной местностью, и в этой связи отсутствуют условия для возведения крупных емкостей в целях аккумуляирования паводковых вод. Интенсивные работы по осушению земель, проведенные за последние 25—30 лет, существенно изменили гидрологическую обстановку в бассейне. В результате ликвидации пойменных емкостей, переливов в другие водосборы нарушился естественный уровенный и расходный режим многих рек, и это привело к ретрансформации паводков, увеличению частоты затоплений и повышению уровней воды при прохождении половодий. Например, пойма р. Горыни (приток Припяти) за 39-летний период наблюдений затапливалась 22 раза. Длительность затопления поймы этой реки составляет 1,5—2,5 месяца, а пойма Припяти, по данным многолетних наблюдений, — в среднем 80—110, а в отдельные годы — до 180 дней. Площадь затопления поймы Припяти при 1%-ной обеспеченности уровня паводка составляет 579 тыс. га; при 5%-ной — 550, при 10%-ной — 487, при 25%-ной — 404, при 50%-ной — 197 тыс. га (12). В практике земледелия рассматриваемой зоны велики потери в сельском хозяйстве. С одной стороны, сельскохозяйственные предприятия имеют недобор продукции из-за вынужденного отставания посевов культур в результате длительного периода спада уровня паводковых вод и неблагоприятных гидрогеологических условий. С другой стороны, недобор продукции увеличивается в результате прохождения летне-осенних дождевых паводков и затопления земель. Чтобы убедиться в том, насколько затопление земель может отразиться на экономике сельскохозяйственных предприятий, ниже приведены средние показатели урожайности и себестоимости производства по группам хозяйств бассейна р. Припяти (Белоруссия), земли которых затап-

Таблица 5.1

Культуры	Показатели хозяйств, земли которых				Показатели затопляемых хозяйств в % от незатопляемых	
	затопляются		не затопляются			
	Урожайность, ц/га	Себестоимость, руб/ц	Урожайность, ц/га	Себестоимость, руб/ц	Урожайность	Себестоимость
Зерновые	24,4	10,6	33,1	7,9	73,7	134,2
Картофель	167,7	7,2	228,0	6,1	73,5	118,0
Корнеплоды корм.	230,3	3,8	423,0	3,0	54,4	126,7
Сено естественных сенокосов	16,0	2,9	20,1	1,9	79,6	152,6

ливаются и не затопляются паводковыми водами (табл. 5.1).

Возрастают ущербы и народнохозяйственным объектам, расположенным в бассейне Припяти. Аналогичное положение наблюдается в бассейне Западного Буга. Ущерб от наводнений имеет место и на реках, впадающих в северные моря, а также на реках Северного Кавказа, Сибири.

Негативное действие наводнений этим не ограничивается. Следует отметить также, что в результате длительного затопления земель паводковыми водами происходит минерализация почвогрунтов. Изменения мелиоративного состояния пойменных земель равнинных рек происходят в следующей последовательности: остаточнопойменные суглинистые переходят в остаточнопойменные глеевые, далее в пойменные слоистые глеевые, затем в иловато-песчаные, суглинистые и глинистые речные отложения. Так протекает процесс перехода земель одного типа в другой, непригодный для сельскохозяйственного производства без коренной мелиорации (9).

Кроме весенних, летних, осенних бывают еще на реках нашей страны *зимние зазорные* и *заторные наводнения*, которые могут продолжаться до полутора-двух месяцев и сопряжены с не менее тяжелыми последствиями (4). Вышедшие из берегов воды затопляют поймы, расположенные на них дороги, населенные пункты. На поймах образуется лед, который своим медленным таянием сдерживает выполнение

сельскохозяйственных работ и тем самым наносит ущерб.

Катастрофические зазорные наводнения на Кубани последний раз наблюдались в начале 1964 г., когда был нанесен существенный ущерб населенным пунктам и народнохозяйственным объектам Краснодарского края. После постройки Краснодарского водохранилища зазорные явления в низовьях Кубани прекратились. Чаще всего зазорные явления наблюдаются в нашей стране на реках Северо-Запада (Нева, Нарва), Карелии, Севера (Северная Двина, Сухона), Сибири (Ангара, Енисей), Средней Азии (Амударья, Сырдарья), Западной Украины (Днестр).

Заторные явления наиболее ярко выраженную форму имели на Даугаве и наносили ущерб Риге — вода поднималась выше берегов и затапливала жилые дома, сносила мосты и дома в пригородах. Проведенные работы по выпрямлению основного русла реки и его углублению в значительной мере устранили помехи, препятствующие свободному прохождению льда в море. Так была решена проблема защиты Риги от заторов на Даугаве. Заторные явления образуются из-за задержки прохождения льда по рекам около искусственных сооружений, естественного сужения русл или резких поворотов последних.

Нагонные явления, возникающие обычно при сильных ветрах на пологих участках побережья при глубине моря менее 20 м, вызывают довольно сильные *нагонные наводнения*, которые наблюдаются на Каспийском и Азовском морях, в устьях Даугавы, Невы, Северной Двины. Характерными особенностями морских нагонных наводнений являются (4): внезапность, кратковременность и интенсивность подъема и спада уровня воды. Наводнения в Ленинграде возникают во все месяцы года, в том числе и зимой, но самыми опасными являются осенние (на них приходится 70% всех наводнений, включая катастрофические). Всего за период с 1703 по 1978 г. зарегистрировано 243 подъема, превышающих уровень Балтийского моря более чем на 160 см. Ленинградским Гидропроектом была проделана большая работа по учету ущербов городу от наводнений (7). В этих условиях единственным защитным средством является дамба со шлюзами, однако она может быть эффективной лишь при полном прекращении сброса неочищенных вод в Неву.

Меры защиты от наводнений могут быть оперативными и техническими. Для выполнения оперативных мер требуется хорошо налаженная информационно-предупредительная система, а также профилактические мероприятия, проводимые на случай опасных паводков, включая возможную эвакуацию людей и материальных ценностей. Оперативные меры не решают в целом проблему защиты от наводнений. Технические меры носят предупредительный характер, и для их выполнения необходимо заблаговременное строительство специальных инженерных сооружений с расходом значительных материальных и финансовых ресурсов.

Учитывая изложенные обстоятельства, ежегодно в стране проектируются и строятся на реках гидротехнические сооружения специального назначения. Чаще они возводятся с учетом интересов отраслей водного хозяйства.

Для борьбы с наводнениями могут быть использованы: регулирование стока в русле реки, отвод паводковых вод, регулирование поверхностного стока на водосборах, обвалование, спрямление русл рек, дноуглубление, берегозащитные сооружения, подсыпка территории, комбинированный способ.

Опыт осуществления противопаводковых мероприятий в СССР показывает, что наибольший экономический эффект и надежная защита пойменных территорий от наводнений могут быть достигнуты при использовании комплекса мероприятий, и прежде всего активных методов защиты (регулирование стока как в русле, так и на водосборной площади бассейна водотока) в сочетании с пассивными методами (обвалование, выправительные, дноуглубительные, лесомелиоративные работы и т. п.) (2).

Выбор способа защиты затопляемых территорий зависит от многих факторов, таких, как гидравлический режим водотока, рельеф местности, инженерно-геологические и гидрогеологические условия, наличие инженерных сооружений в русле и на пойме (плотины, водохранилища, мосты, дороги, водозаборы, дамбы), расположение карьеров строительных материалов, объектов народного хозяйства, которые подвергаются затоплению при паводках (2).

В результате изучения и учета всех этих факторов и особенностей защищаемой территории, а также

проведения технико-экономических расчетов по различным вариантам защиты определяется наиболее рациональное сочетание противопаводковых мероприятий. Весьма сложных и тщательных работ требуют определение стоимости затопляемых территорий паводковыми водами различной повторяемости и выбор мероприятий по их защите. Заметим, что ценность затопляемых территорий возрастает в зависимости от темпов ее освоения для нужд промышленности и сельского хозяйства. Для получения оптимального решения необходимо рассмотреть ряд вариантов развития производительных сил региона. Там, где темпы развития производительных сил более высокие, необходимо наиболее интенсивно проводить работы по противопаводковой защите. Научно обоснованный подход к вопросу о противопаводковой защите при всестороннем учете местных условий может правильно определить способ защиты и оптимальные параметры защитных сооружений.

В комплекс вопросов, связанных с определением экономической эффективности противопаводковых гидротехнических сооружений входят три основных: определение ущерба от паводков; выбор оптимальных параметров противопаводковых сооружений; определение экономической эффективности проектируемых сооружений вместе с другими отраслями водного хозяйства и без них.

Наиболее сложным является определение величины ущерба от паводков, так как в стране до сих пор отсутствует прежде всего общепринятая единая система их учета.

При выборе типов и параметров противопаводковых гидротехнических сооружений, а также при определении экономической эффективности их строительства проектировщики обычно испытывают затруднения, так как до настоящего времени не имеется четкости как в самих понятиях, так и в методах определения ущерба. В результате вопросу определения ущерба при экономическом обосновании гидротехнических сооружений не всегда уделяется должное внимание, поэтому нередко размеры защитных сооружений не соответствуют оптимальным.

Методика Ленгидропроекта (7, 15) охватывает только вопросы определения ущерба, наносимого наводнениями промышленным предприятиям, жилым

домам, культурно-бытовым и другим учреждениям. Однако упомянутая методика, по нашему мнению, охватывает не все виды ущерба, которые имеют место даже в указанных сферах, а поэтому не может обеспечить достоверные расчеты ущербов от паводков во всех случаях.

В связи со сложностью и неразработанностью всего комплекса вопросов в настоящей работе сделана попытка установить единую для всех отраслей народного хозяйства методику учета и оценки потерь материальных, сырьевых, трудовых и финансовых ресурсов, вызванных разрушительным действием паводков. Рассматривая данный вопрос, прежде всего следует отметить, что в большинстве случаев между ущербами и противопаводковыми мероприятиями существует вполне определенная закономерность. С одной стороны, зоны затопления во многих случаях осваиваются в меньшей степени, чем имеются реальные возможности, так как не проведены противопаводковые мероприятия. С другой стороны, зоны затопления не рассматриваются как объекты противопаводковых мероприятий, так как они слабо освоены в экономическом отношении. Перечисленные виды ущерба в экономической литературе именуется: ущерб основным фондам; ущерб оборотным фондам; ущерб от простоев предприятий; затраты на предупредительные и аварийно-восстановительные работы.

Вследствие сложности и многогранности вопросов, от решения которых зависит экономическая оценка защитных мероприятий, отдельные положения, изложенные в настоящей работе, носят дискуссионный характер. Проектирование противопаводковых гидротехнических сооружений должно быть начато с экономического обоснования. Степень капитальности проектируемого сооружения должен определить ожидаемый экономический эффект в виде предотвращенного ущерба. Отсюда, чем точнее будет определена величина возможного ущерба, тем больше гарантии в его предотвращении в будущем за счет строительства противопаводковых гидротехнических сооружений.

Главными факторами, которые влияют на величину ущерба от паводков, являются (2, 3):

— максимальный уровень воды, который устанавливается во время наводнения;

— длительность стояния паводковых вод. Чем дольше задерживается вода на затопляемой территории, тем большего размера наносится ущерб;

— скорость нарастания расходов. При медленном нарастании возможно снижение ущербов за счет своевременного проведения предупредительных мероприятий;

— частота повторения наводнения. При повторных подъемах уровня воды ущерб, как правило, бывает меньше, чем при первоначальном;

— сроки прохождения паводков. Затопление сельскохозяйственных угодий после уборки урожая приводит к меньшим ущербам, чем до их уборки.

Кроме того, на величину ущерба от наводнения существенное влияние оказывает состояние службы прогнозирования сроков наступления паводков и размеров предстоящего повышения уровня воды. При наличии заблаговременных прогнозов ущерб от наводнений на хозяйственно освоенных территориях может быть значительно снижен.

Ниже изложены методы учета и оценки фактического ущерба, нанесенного паводками применительно ко всем отраслям народного хозяйства. При этом оценка ущерба должна производиться по каждой отрасли отдельно, для того чтобы в последующем можно было распределить капиталовложения на строительство противопаводковых гидросооружений между заинтересованными министерствами и ведомствами. Это позволит оценить ущерб наиболее объективно и полно. Однако это не значит, что каждое из проектируемых противопаводковых гидротехнических сооружений будет защищать все объекты народного хозяйства, указанные ниже.

Рассмотрим, как при разных видах сельскохозяйственного производства определяются ущербы от паводков на различных угодьях.

Гибель сельскохозяйственных культур, выращиваемых для продажи государству, в результате затопления и подтопления посевов и необранного урожая.

Прямой ущерб. Стоимость выполненных сельскохозяйственных работ (вспашка, боронование, посев, поливы, внесение удобрений, борьба с вредителями, послеполивная обработка, прикатывание и др.) и материальных затрат (стоимость семян, удобрений, ядохимикатов и др.), за вычетом выплат Госстраха.

Величина этого ущерба определяется по площади посевов отдельных культур, подвергшейся затоплению паводковыми водами, и по фактически произведенным затратам, которые фиксируются в соответствующих документах бригадиров и учетчиков колхозов и совхозов.

Сумма недополученного хозяйствами чистого дохода из-за гибели посевов (неубранного урожая). Она определяется исходя из ожидающегося (прогноз) урожая на затопленной и подтопленной площади или по среднему урожаю, полученному хозяйствами с этой площади за 3 года, предшествующие катастрофическому паводку. По объему продукции и средней сумме чистого дохода, получаемого с единицы продукции, определяется недобор чистого дохода.

Косвенный ущерб. Недобор государством суммы налога с оборота. Определяется эта величина аналогично методу, изложенному для подсчета суммы недобора чистого дохода, но по средней сумме налога с оборота, получаемого государством с единицы продукции, которая реализуется хозяйствами. Размер налога с оборота на единицу сельскохозяйственной продукции принимается согласно инструкции (5).

Выплаты Госстраха за гибель посевов и неубранного урожая определяются по фактическим данным. В силу такого стихийного бедствия, как катастрофические паводки, государство погашает задолженности колхозов, образовавшиеся в предыдущие годы, освобождает на определенное время колхозы от уплаты налогов. Эти данные заимствуются из существующей государственной отчетности. Из-за гибели посевов государство недополучит от совхозов определенную сумму прибыли. Величина недобора прибыли определяется по аналогии с величиной недобора налога с оборота, но по средней сумме прибыли совхозов, отчисляемой в пользу государства.

Гибель урожая ягодников, садов, виноградников и других плодоносящих насаждений в результате затопления и подтопления. Как прямой, так и косвенный ущерб определяются аналогично предыдущему случаю.

Гибель сельскохозяйственных культур, выращиваемых для собственных нужд хозяйства (преимущественно кормовые культуры), в результате затопления и подтопления посевов и неубранного урожая.

Прямой ущерб. Стоимость выполненных сельскохозяйственных работ (вспашка, боронование, посев, поливы, внесение удобрений, послеполивная обработка, прикатывание и др.), за вычетом выплат Госстраха. Величина этого ущерба определяется по площади посевов отдельных культур, подвергшейся затоплению, подтоплению, и по фактически произведенным затратам.

Стоимость кормов, закупаемых у государства и в соседних областях для возмещения недобора, на содержание скота. При этом объем продукции прогнозируется по аналогии с вышеизложенным методом. В расчетах кроме стоимости приобретенных кормов учитываются расходы по их доставке.

Стоимость продукции, закупаемой у государства для возмещения недобора в целях удовлетворения потребностей работников колхозов и совхозов. Методы расчета расходов аналогичны методам расчета стоимости приобретенных кормов.

Косвенный ущерб. Выплаты Госстраха за гибель посевов и неубранного урожая.

Заиление пойменных сенокосов и пастбищ, гибель трав неубранных сенокосов.

Прямой ущерб. Стоимость выполненных сельскохозяйственных работ на сенокосах и пастбищах (залужение, боронование, внесение удобрений и др.), стоимость семян, удобрений и т. д. Показатели определяются на основе фактически произведенных затрат.

Стоимость закупаемых у государства и в соседних областях кормов (из-за недобора на сенокосах и пастбищах) для содержания скота определяется по аналогии с вышеизложенным методом расчета закупок кормовой продукции.

Смыв плодородного слоя пахотных земель.

Прямой ущерб. Стоимость восстановления плодородия до исходного состояния (до прохождения паводков). Включает в себя стоимость вносимых минеральных и органических удобрений и издержки по их внесению и проведению всех агротехнических мероприятий.

Косвенный ущерб. Недобор хозяйствами чистого дохода с момента смыва до полного восстановления плодородия почвы. Определяется путем умножения количества лет, необходимых для восстановле-

ния плодородия, на среднюю сумму чистого дохода, который получали с этой площади за последние три года до прохождения паводка.

Недобор государством налога с оборота с этих земель за указанный выше период. Этот показатель определяется по аналогии с исчислением величины недобора хозяйствами чистого дохода.

Потери сельскохозяйственных угодий в результате обрушения берегов и оползней.

Прямой ущерб. Дополнительные капитальные вложения хозяйств на окультуривание малопродуктивных земель в целях возмещения потерь сельскохозяйственных угодий. Затраты определяются по аналогии с расчетом затрат при смыве плодородного слоя.

Косвенный ущерб, выражающийся в недоборе чистого дохода и налога с оборота, определяется так же, как и при смыве плодородного слоя.

Снижение урожайности сельскохозяйственных культур из-за недополива орошаемых земель в результате разрушения или повреждения водозаборных сооружений, расположенных ниже проектируемого противопаводкового сооружения.

Прямой ущерб. Недобор хозяйствами чистого дохода. Определяется по объему недополученной продукции (как разность средних объемов ежегодного производства за последние 3 года до прохождения катастрофического паводка и объема производства в год прохождения паводка) и средней суммы чистого дохода, полученного в предыдущие годы хозяйствами в результате реализации единицы продукции.

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота. Определяется так же, как и прямой ущерб, только вместо средней суммы чистого дохода проставляется сумма налога с оборота, получаемого государством с единицы продукции, которая продается хозяйствами.

В результате прохождения паводков и длительно стояния воды в ряде случаев наблюдается *переуплотнение почвогрунтов*. Чтобы выращивать на этих землях в последующем сельскохозяйственные культуры, приходится производить *глубокое рыхление или пахоту с внесением требуемого количества удобрений*.

Прямой ущерб. Затраты на выполнение работ по глубокому рыхлению, пахоте и внесению удобрений оцениваются по площади, требующей этих работ, по

расценкам на их выполнение и по стоимости удобрений.

Косвенный ущерб. Недобор хозяйствами чистого дохода определяется по объему недополученной продукции (как разность средних объемов ежегодного производства за последние 3 года до прохождения катастрофического паводка и объема производства в год прохождения паводка) и средней суммы чистого дохода, полученного в предыдущие годы хозяйствами в результате реализации единицы сельскохозяйственной продукции.

Недобор государством налога с оборота определяется так же, как и прямой ущерб, только вместо средней суммы чистого дохода представляется сумма налога с оборота, который получает государство с продукции, продаваемой хозяйствами.

Ухудшение мелиоративного состояния пахотных земель площадей многолетних насаждений в результате затопления и подтопления их паводковыми водами.

Прямой ущерб. Стоимость строительства коллекторно-дренажной или сбросной сети. Определяется эта сумма путем умножения удельной стоимости строительства коллекторно-дренажной или сбросной сети (при определенной густоте их прокладки) на площадь, нуждающуюся в улучшении мелиоративного состояния.

Косвенный ущерб. Недобор хозяйствами чистого дохода в результате снижения урожайности с момента прохождения паводка до ввода в эксплуатацию коллекторно-дренажной (сбросной) сети. Методика определения этого показателя такая же, как и при смыве плодородного слоя.

Недобор государством налога с оборота с продукции этих земель определяется по аналогии с расчетом недобора налога с оборота при смыве плодородного слоя.

Порча, смыв, потери запасов зерна, семян, сена и другой убранной сельскохозяйственной продукции в натуральном и переработанном виде.

Прямой ущерб. Стоимость смытой, испорченной и уничтоженной продукции по ценам, продаваемым государству.

Стоимость семян, сена и другой кормовой продукции, покупаемой у государства взамен смытой, испорченной, уничтоженной. Оценивается по количеству

требующихся семян и кормов и ценам, установленным государством.

Порча и уничтожение запасов удобрений, ядохимикатов, нефтепродуктов и др.

Прямой ущерб. Стоимость потерянной продукции по государственным ценам с учетом расходов на их доставку в хозяйства.

Стоимость повторного приобретения этой продукции у государства с учетом транспортных расходов.

Дополнительные работы при выращивании сельскохозяйственных культур и экстенсивное использование земель, находящихся в зоне затопления.

В результате строительства противопаводковых гидротехнических сооружений отпадает необходимость в выполнении некоторых видов сельскохозяйственных работ (глубокая пахота, повторные культивации, перевозка скошенных трав для сушки из зоны затопления и др.), сельскохозяйственные угодья начинают использовать для выращивания более интенсивных (высокодоходных) культур. Земли, которые часто затопляются, как правило, вообще не используются или используются преимущественно для выращивания тех культур, которые в меньшей степени страдают от прохождения паводков (как, например, естественные кормовые угодья), хотя по природным условиям нередко на этих землях можно было бы выращивать более высокодоходные культуры.

Перечисленные мероприятия на первый взгляд нельзя считать результатом предотвращенного ущерба. Однако тщательный анализ показывает, что при отсутствии паводков или их предотвращении эти мероприятия были бы осуществлены колхозами и совхозами, а поэтому их следует рассматривать как возможный ущерб от паводков.

Прямой ущерб. Увеличение расходов на выполнение дополнительных работ оценивается путем сравнения расходов при производстве сельскохозяйственных работ в случае выращивания идентичных культур на затопляемых и не затопляемых паводками землях. По разнице стоимости сельскохозяйственных работ и площади таких земель определяется ущерб, который имели хозяйства до строительства противопаводкового сооружения.

Дополнительный эффект от интенсификации сельскохозяйственного производства определяется по до-

полнительному чистому доходу, который может быть получен с этих земель в результате предотвращения паводков по сравнению с современным состоянием, когда эти сооружения отсутствуют. Расчеты эти могут быть выполнены в результате анализа почвенно-мелиоративных условий затопляемых во время паводков сельскохозяйственных угодий и сопоставления их с продуктивностью и чистым доходом аналогичных земель, находящихся вне зоны затопления. По удельной разнице сумм чистого дохода, получаемого с незатопляемых и затопляемых земель, и по площади последних определяется ущерб, нанесенный сельскохозяйственному производству.

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота определяется по аналогии с вышеизложенными методами.

Гибель продуктивного и рабочего скота сельскохозяйственных предприятий.

Прямой ущерб. Стоимость мясного скота, молодняка и птицы по закупочным ценам государства, за вычетом выплат Госстраха. Для определения этого показателя убойный вес скота и птицы (раздельно по видам) умножают на закупочную цену государства и вычитают выплаты Госстраха.

Балансовая стоимость рабочего скота, за вычетом выплат Госстраха.

Стоимость восстановления поголовья продуктивного и рабочего скота. Определяется по количеству голов скота, которое необходимо восстановить, по стоимости их закупки по государственным ценам и по затратам на формирование стада, так как часть поголовья будет восстанавливаться в хозяйствах.

Стоимость захоронения погибшего скота.

Косвенный ущерб. Недобор хозяйствами чистого дохода в результате гибели продуктивного скота. Оценивается на основе фактических данных по поголовью, продуктивности (выходу молока, мяса, яиц, шерсти), чистому доходу с единицы продукции и по разнице во времени между нормативным и фактическим сроками жизни стада или по времени, необходимому для восстановления нормальной продуктивности поголовья.

Выплаты Госстраха за гибель скота.

Гибель ягодников, садов, виноградников и других многолетних насаждений.

Прямой ущерб. Балансовая стоимость, за вычетом выплат Госстраха. Стоимость восстановления насаждений (определяется по площади и удельным затратам на посадку и уход за ними до товарного плодоношения).

Косвенный ущерб. Недобор хозяйствами чистого дохода с момента прохождения паводка до полной амортизации или до начала нормального плодоношения вновь восстановленных насаждений. Определяется по аналогии с расчетом потерь чистого дохода по продуктивному скоту.

Недобор государством налога с оборота определяется так же, как и недобор чистого дохода, но только по величине фактической средней суммы налога с оборота, приходящегося на долю сельскохозяйственного производства.

Выплаты Госстраха за погибшие многолетние насаждения.

Расходы колхозов и совхозов на борьбу с паводками.

Прямой ущерб. Расходы, понесенные колхозами, совхозами и другими сельскохозяйственными предприятиями в связи с предупредительными мероприятиями по сооружению временных защитных дамб, потраченные на спасательные (эвакуация людей, скота, имущества в незатапливаемые места) и аварийно-восстановительные работы, включая откачку вод из подвальных помещений и хранилищ, уборку и дезинфекцию улиц и помещений после прохождения паводков. Оцениваются они по расходам хозяйств на содержание строительных машин, транспортных средств (определяются по количеству отработанных машино-смен и по установленным для них тарифам), оплате рабочим и колхозникам за участие в этих работах (определяется по количеству отработанных дней и средней зарплате), стоимости израсходованных материальных ресурсов (определяется по видам и количеству израсходованных материалов и их оптовой цене, установленной государством).

Разрушение, снос, повреждение, сокращение срока службы (дополнительная амортизация) основных производственных фондов колхозов и совхозов— животноводческих ферм, мастерских, гаражей, хранилищ, складов, оросительных и осушительных систем, административных зданий, парников, теплиц, ограждений

пастбищ, защитных дамб, инженерных коммуникаций и др.

Прямой ущерб. Балансовая стоимость разрушенных и снесенных основных производственных фондов, за вычетом выплат Госстраха колхозам, представляет первоначальную стоимость, за вычетом фактически произведенных амортизационных отчислений на восстановление, если таковые имеются. Если же амортизационные отчисления не производились, то балансовая стоимость определяется ориентировочно, на основании оценок комиссий, создаваемых после прохождения паводков.

Стоимость восстановления разрушенных и снесенных зданий и сооружений с учетом их возможной модернизации.

Стоимость ликвидации повреждений основных фондов.

Дополнительный износ за счет сокращения срока службы.

Косвенный ущерб. Выплаты Госстраха за разрушенные и снесенные основные производственные фонды.

В поймах рек часто строятся рыбопитомники, пруды и другие сооружения рыбного хозяйства, которым во время паводков может быть нанесен ущерб. Способы определения этих ущербов изложены ниже.

Гибель молоди и рыбы.

Прямой ущерб. Расходы хозяйств на покупку молоди в рыбопитомниках (с учетом затрат на доставку), кормление и уход.

Расходы рыбопитомников на выращивание молоди.

Недобор хозяйствами прибыли в связи с гибелью рыбы (оценивается по ожидавшемуся выходу рыбы и средней сумме чистого дохода с единицы продукции, получаемой хозяйствами).

Недобор рыбопитомниками прибыли за реализацию молоди.

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота определяется аналогично расчету недобора прибыли.

Разрушение, повреждение сооружений рыбного хозяйства.

Прямой и косвенный ущерб оценивается по аналогии с определением ущербов, нанесенных основным фондам колхозов и совхозов.

Во время прохождения паводков затопляются пойменные леса, заповедники, искусственные посадки леса. При этом различаются следующие виды ущербов.

Гибель, порча лесов, снижение их продуктивности в результате частых затоплений, гибель молодых искусственных посадок леса.

Прямой ущерб. Стоимость потерянного леса в пересчете на лесоматериалы по государственным ценам, за вычетом расходов на рубку и транспорт.

Фактические расходы государственных и кооперативных организаций на посадку, включая посадочный материал, и уход (до смыкания кроны) за лесонасаждениями.

Стоимость восстановления взамен погибших искусственных лесопосадок.

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота, получаемого государством с единицы объема.

Смыв заготовленных лесоматериалов.

Прямой ущерб. Стоимость смытых лесоматериалов по государственным ценам, за вычетом расходов на их транспортировку.

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота.

В некоторых случаях затопливаются объекты коммунального хозяйства. Под этим понятием объединены: жилая часть, коммунальные и культурно-бытовые учреждения, предприятия и организации, инженерные коммуникации городов, поселков, деревень, сел, дачных поселков, домов отдыха, санаториев, курортов, пионерских лагерей, туристических и горнолыжных баз, стадионов, плавательных бассейнов. При этом различают следующие виды ущербов.

Убытки от уничтожения и порчи запасов продовольственных и промышленных товаров на складах и в магазинах.

Прямой ущерб. Стоимость товаров в денежном выражении (устанавливается по видам, количеству товаров и их розничной цене).

Затраты на завоз дополнительного количества продовольственных и промышленных товаров (определяются по объему товаров, расстоянию и тарифам на их перевозку).

Затраты, связанные с содержанием управленческо-

го и сбытового аппарата торговых и других связанных с ним организаций на время отсутствия товаров.

Снос, разрушение, повреждение и сокращение срока службы (дополнительная амортизация) объектов коммунального хозяйства.

Прямой и косвенный ущерб определяется по изложенным выше методам.

Балансовая стоимость зданий и сооружений, по которым амортизационные отчисления не производились, устанавливается на основании оценок комиссий, создаваемых обычно после прохождения паводков. Из величины стоимости вычитаются выплаты Госстраха по зданиям и сооружениям личной собственности.

Порча и гибель движимого имущества, населения, а также скота.

Прямой ущерб. Стоимость имущества и скота устанавливается по данным оценочных комиссий, за вычетом выплат Госстраха.

Расходы государства на организацию палаточных городков со всеми необходимыми временными коммуникациями.

Выдача населению временного безвозмездного натурального и денежного пособия.

Недобор продукции с приусадебных участков, гибель многолетних насаждений, продуктивного и другого скота, населения. Величина ущерба устанавливается по данным оценочных комиссий.

Косвенный ущерб. Выплаты Госстраха за порчу и гибель движимого и недвижимого имущества и скота.

Мобилизация трудящихся учреждений, организаций на борьбу с паводками.

Прямой ущерб. Выплата служащим и рабочим заработной платы за период отвлечения их от выполнения прямых обязанностей. Определяется по аналогии с промышленными предприятиями, изложенной ниже.

Стоимость недополученных за это время законченных конструкторских, проектных, научно-исследовательских и других работ. Оценивается по установленной выработке для специалистов и по времени отвлечения.

Расходы воинских частей, мобилизованных на спасательные и аварийно-восстановительные работы (оцениваются по израсходованным машино-сменам, мате-

риальным ресурсам и человеко-дням). При этом удельную стоимость (расходы) можно принять по аналогии с промышленными предприятиями, изложенной ниже.

Перерыв в пользовании зрелищными предприятиями и другими объектами отдыха.

Прямой ущерб. Недобор прибыли в связи с временным закрытием доступа населения в зоны отдыха и на базы туризма. Определяется по количеству, полной стоимости путевок и периоду закрытия перечисленных учреждений, денежным и материальным затратам на приведение в порядок пляжей и т. д.

Недобор зрелищными предприятиями прибыли в связи с перерывом в их работе.

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота с перечисленных предприятий.

В зоне затопления паводковыми водами в некоторых случаях могут оказаться промышленные предприятия — заводы, фабрики, мастерские, ТЭЦ, ГЭС, рудники, шахты, разрезы, карьеры строительных материалов и др. В этом случае необходимо отметить следующие виды ущербов.

Снос, разрушение, повреждение и сокращение срока службы (дополнительная амортизация) зданий, сооружений и их инженерных коммуникаций, а также установленного и неустановленного оборудования. Методы оценки прямых и косвенных ущербов изложены выше.

Временное прекращение производственного цикла предприятия.

Прямой ущерб. Выплата заработной платы рабочим и служащим за время отвлечения их на спасательные и аварийно-восстановительные работы или простои предприятия из-за полного или частичного прекращения производственного цикла всего предприятия или отдельных его подразделений (цехов, участков и т. д.). За время простоя рабочим, не принимавшим участия в аварийно-восстановительных работах, по существующему законодательству выплачивается 50% тарифной ставки.

По рекомендации Ленгидропроекта (7) потери по промышленным предприятиям должны исчисляться по стоимости недовыпущенной продукции. Полагаем, что такой метод не очень точно отражает реальные потери, так как предприятия во время простоя не из-

расходовали сырье, полуфабрикаты, изделия, топливо, электроэнергию, которые в некоторых случаях составляют до 70—80% себестоимости изготавливаемой продукции. По нашему мнению, будет правильным вести расчеты по недобору предприятиями прибыли, так как расходы по заработной плате учтены отдельно.

Недобор предприятиями прибыли в результате их остановки по причине затопления, прекращения подачи электроэнергии, топлива, воды, сырья, полуфабрикатов. При этом имеются в виду предприятия, находящиеся как в зоне, так и вне зоны затопления. Определяется этот показатель по количеству недополученной продукции за время простоя и по норме фактической прибыли предприятий, приходящейся на единицу продукции.

Снижение суммы прибыли с продукции, выпущенной после прохождения паводков, можно объяснить тем, что в издержки производства включается дополнительно сумма амортизационных отчислений на восстановление и затраты на капитальный и текущий ремонт основных фондов в период простоя предприятия.

Косвенный ущерб. Недобор прибыли предприятиями из-за задержки ввода их в эксплуатацию по причине отвлечения финансовых и материально-технических ресурсов на аварийно-спасательные работы. Определяется этот показатель по намеченному к выпуску за этот период количеству продукции и установленной (расчетной) норме прибыли на единицу продукции.

Недобор государством налога с оборота с продукции предприятий, которые прекратили производство из-за прохождения паводков (нарушение поставок сырья, полуфабрикатов, подачи электроэнергии, воды и т. д.). Определяется так же, как и величина недобора прибыли предприятиями.

Порча и потеря готовой продукции, полуфабрикатов, находящихся на складах промышленных предприятий, транспортных организаций, базах и складах материально-технического снабжения.

В этом случае различаются следующие потери.

Продукция, унесенная водой или полностью испорченная. Оценивается по физическому количеству по видам и оптовым ценам продукции.

Продукция, которая может быть полностью восстановлена в результате переборки, сушки, очистки и т. д. Оценивается по физическому количеству продукции и затратам на ее восстановление.

Продукция, которая может быть реализована по сниженным ценам (уценкам). Оценивается по физическому количеству и разности оптовой и сниженной цен.

Прямой ущерб. Недобор промышленными предприятиями прибыли из-за порчи и потери готовой продукции.

По продукции незавершенного производства величина ущерба определяется по стоимости продукции в оптовых ценах, за вычетом издержек производства, необходимых для завершения технологического цикла (процесса).

Косвенный ущерб. Недобор государством налога с оборота из-за порчи и потерь готовой продукции и продукции незавершенного производства промышленных предприятий, транспортных организаций, баз и складов материально-технического снабжения.

Наряду с организациями, перечисленными выше, в зоне затопления оказываются транспортные пути (железные и шоссейные дороги), аэродромы, линии связи и электропередачи. По этим коммуникациям бывают следующие виды ущербов.

Разрушение, повреждение, сокращение срока службы (дополнительная амортизация) земляного и дорожного полотна, верхнего строения пути, асфальтового покрытия дорог, мостов, труб и других искусственных сооружений станционных и других железнодорожных и автодорожных зданий, аэродромов, линий связи и электропередачи и электрофицированных железных дорог.

Величина прямого ущерба определяется по методу, изложенному выше (для промышленных предприятий). При этом все расчеты производятся отдельно, по категориям дорог. Кроме того, в составе прямого ущерба учитываются следующие факторы, изложенные ниже.

В некоторых случаях строительство противопаводковых гидротехнических сооружений предотвращает перенос зданий и сооружений из зоны затопления. Это относится к железным и шоссейным дорогам, а в не-

которых случаях и к зданиям и сооружениям, которые раньше строились исходя из меньшей величины расчетного паводка. Эти капиталовложения по сносу и переносу зданий и сооружений в другое, менее опасное место определяются сметно-финансовыми расчетами и включаются в состав прямого ущерба.

Недополучение железной дорогой и автотранспортными организациями прибыли в результате разрушения, повреждения транспортных путей и линий электропередачи. Величина эта определяется по среднесуточному объему перевозок грузов, количеству дней перерыва в перевозках и средней сумме прибыли за перевозку 1 т грузов на расстояние 1 км и протяженности участка, на котором отразилось прекращение движения.

Отвлечение рабочей силы, транспортных средств на спасательные и аварийно-восстановительные работы.

Расходы эти оцениваются по фактическим затратам на выплату заработной платы в процессе восстановительных работ.

Прямой ущерб. Оплата труда рабочим, стоимость израсходованных материальных ресурсов, стоимость отработанных машино-смен и автотранспорта. Оценивается по изложенным выше методам.

Приведенные расчеты по оценке ущерба будут характеризовать современное состояние. Однако на практике экономическое развитие региона продолжается, несмотря на то что проблема борьбы с паводками в бассейне реки кардинально не решена. В этой связи при проектировании противопаводковых сооружений следует учесть возможное увеличение ущерба народного хозяйства до завершения строительства инженерных защитных сооружений. Методы прогнозирования развития отраслей народного хозяйства более детально изложены в главе 3.

На некоторых реках в результате строительства противопаводкового водохранилища перестают нормально функционировать расположенные ниже рыбоводные пруды и водоемы, и для приведения их в действие приходится вкладывать дополнительные средства, которые должны быть учтены в капиталовложениях. Следует учесть также капиталовложения, необходимые для восстановления продуктивности пойменных сенокосов и пастбищ, расположенных ниже гидроузла, урожайность которых, как правило, резко

снижается после регулирования паводков и прекращения их регулярного затопления.

В то же время в результате строительства противопаводкового водохранилища осуществляется более равномерный сброс воды ниже по реке и увеличивается выработка действующих гидроэлектростанций. Этот дополнительный эффект также подлежит учету.

Стоимость ликвидации повреждений основных производственных и непроизводственных фондов определяется комиссиями, созданными для этих целей специально, набором работ, которые необходимо выполнить для этого, и укрупненными сметными нормами (зональными прейскурантами, каталогами и другими нормативными документами).

Ущерб от сокращения срока службы или от снижения капитальности основных фондов выражается в преждевременной потере прочности конструкций, элементов зданий и сооружений и ухудшении их эксплуатационных качеств. По существу снижение капитальности суть уменьшение срока службы зданий и сооружений. Дополнительные затраты на ликвидацию данного аспекта отрицательного воздействия паводков народное хозяйство может нести в конце срока эксплуатации зданий, так как снижение капитальности трудно ликвидировать сразу же после наводнения с помощью ремонтно-восстановительных мероприятий.

Поэтому перед включением этих показателей в суммарный ущерб от наводнений, особенно при обосновании эффективности противопаводковой защиты, они должны быть подвергнуты дополнительному анализу с учетом реального воздействия наводнений на данный объект и фактического срока его эксплуатации. Для этого должны быть налажены наблюдения за воздействием паводков на здания и сооружения из различных конструкций и материалов. На основе проведенных исследований на конкретных объектах после воздействия паводков можно установить более или менее достоверные величины снижения капитальности сооружений. Однако до этих исследований проектировщикам можно пользоваться рекомендациями Ленгидропроекта (7), Гидропроекта и Укргипроводхоза, которые установили процент снижения капитальности зданий и сооружений после каждого затопления паводковыми водами в следующих пределах (в %): кирпичные и каменные здания — 0,5—4,5; крупноблоч-

ные и крупнопанельные жилые здания — 0,14—4,0; деревянные здания — 4—12; промышленные здания — 3—7; дороги I и II категории — 8; дороги III категории — 12.

Для определения ущерба от снижения капитальности указанные величины процентов умножаются на балансовую стоимость зданий и сооружений.

По каждому из перечисленных видов ущербов делаются расчеты фактических величин ущербов и определяется величина суммарного ущерба, соответствующая определенной процентной обеспеченности паводков, затем составляются таблицы, в которые записывают расчетные данные. Используя данные обеспеченности максимальных расходов и данные об ущербах за ряд лет, можно построить кривые зависимости ущербов от паводков любой обеспеченности. Эти кривые могут служить основой для экономического обоснования проектируемых противопаводковых гидротехнических сооружений. Было бы правильно все расчеты производить на ЭВМ.

Перед началом проектирования противопаводковых гидротехнических сооружений необходимо наладить наблюдения за прохождением паводков, чтобы выявить и учесть, какие виды ущербов имеют место в бассейне рассматриваемой реки. Большую помощь в этом деле могут оказать материалы обследований и опрос местного населения, особенно старожилов. Это в значительной мере облегчит в дальнейшем экономическое обоснование проектируемых противопаводковых гидротехнических сооружений. В случае отсутствия достаточно длинного ряда наблюдений над уровнем прохождения паводковых вод можно воспользоваться кривыми зависимости, рекомендуемыми Ю. Н. Соколовым (1).

Однако на практике в силу неполной и неточной информации о фактических размерах ущербов от паводков в течение достаточно продолжительного периода наблюдений бывает очень трудно построить указанные выше кривые зависимости. Кроме того, следует учесть, что в районах, где еще не построены регулирующие водохранилища, интенсивность паводков в результате хозяйственной деятельности (сведение леса, развитие водной эрозии, регулирование русл рек, освоение земель для выращивания сельскохозяйственных культур, строительство защитных дамб

в поймах рек, осушительных систем и разного рода инженерных коммуникаций — мостов, нефтегазопроводов) возрастает. Увеличение ущерба от наводнений во времени отмечают ряд авторов, однако методика его качественной оценки не получила до сих пор должного освещения. Зависимость частоты паводков на реках по мере хозяйственного освоения их водосборной площади можно увидеть из следующего примера. На Амуре с 1872 по 1972 г. высокие, выдающиеся и катастрофические наводнения наблюдались в 1872, 1896, 1897, 1902, 1915, 1916, 1928, 1932, 1938, 1951, 1953, 1955, 1957, 1959, 1960, 1961, 1962, 1963, 1972 гг. (9). Отсюда в среднем было наводнений: за 100 лет (1872—1972 гг.) — 19 раз, или один раз в 5,3 года; за 75 лет (1897—1972 гг.) — 17 раз, или один раз в 4,4 года; за 56 лет (1916—1972 гг.) — 14 раз, или один раз в 4 года; за 21 год (1951—1972 гг.) — 10 раз, или один раз в 2,1 года.

На основании изложенного для построения кривой зависимости ущербов от величины ожидаемых паводков рекомендуется пользоваться прогнозным (расчетным) методом определения ущербов. Последовательность и состав расчетов по этому методу заключаются в следующем.

В основу расчетов по определению ущербов сельскохозяйственных предприятий рекомендуется применять графоаналитический метод, который основан на следующих предпосылках:

- размер ущерба соответствует проценту обеспеченности паводка;

- на сельскохозяйственных угодьях, подверженных затоплению, урожай гибнет полностью;

- при определении экономической эффективности регулирования паводкового стока за предельную расчетную площадь принимается территория, затапливаемая паводком однопроцентной обеспеченности;

- границы затопления на планах или на топографических картах устанавливаются путем гидрологических и гидравлических расчетов в характерных створах;

- для каждой расчетной обеспеченности паводка площадь затопления определяется путем планиметрирования планов или других топографических карт;

- в расчетах учитываются все виды ущербов, которые могут иметь место при прохождении паводков.

Для расчетов по определению ущерба промышленности, коммунального хозяйства, строительного производства и других отраслей народного хозяйства необходимо также воспользоваться зоной затопления паводками различной процентной обеспеченности. Таким образом, можно выявить и определить масштабы возможных ущербов при различных процентах обеспеченности паводков. Полученные расчетным методом размеры ущербов свидетельствуют о возможных ущербах в масштабах современного развития народного хозяйства в зоне затопления. Однако народное хозяйство во всех районах развивается. Нельзя не учитывать и такой фактор, когда в ряде районов освоение природных ресурсов сдерживается только в силу затопления территории паводковыми водами. Этот фактор должен быть учтен при экономическом обосновании противопаводковых гидротехнических сооружений.

Для определения возможного ущерба объектам перспективного строительства необходимо воспользоваться материалами о перспективах развития народного хозяйства по отдельным регионам зоны затопления. При отсутствии таковых ущерб определяется следующим образом.

По сельскому хозяйству объем возможного производства продукции к моменту завершения строительства противопаводковых сооружений следует определить исходя из среднегодовых темпов роста производства, сложившихся за последние две пятилетки в рассматриваемом регионе. Например, в среднем за год производство сельскохозяйственной продукции возросло на 2,5%. Расчеты ущербов произведены по данным текущего года, а строительство противопаводкового сооружения будет завершено через 12 лет. Таким образом, в рассматриваемом случае полученную расчетную величину ущерба следует умножить на коэффициент $1,025^{12} = 1,3$.

По промышленным и другим предприятиям расчеты производятся исходя из сложившихся среднегодовых темпов роста основных фондов в рассматриваемом регионе, а при отсутствии таковых — в целом по области или республике. Таким образом, выводится общий коэффициент роста за рассматриваемый период. Далее расчеты производятся так же, как и по сельскохозяйственным предприятиям.

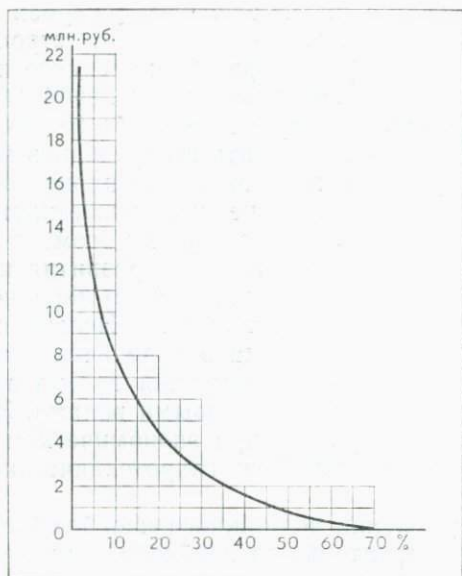


Рис. 17. Кривая обеспеченности ущербов от наводнения в естественных условиях реки

На основании полученных данных по всем отраслям народного хозяйства составляются кривые зависимости расчетных (прогнозных) ущербов от процентной обеспеченности паводков в естественных условиях.

В целях контроля на полученные кривые следует наложить данные фактических ущербов, соответствующих определенным процентным обеспеченностям паводков. Например, в одном из проектов противопаводковых гидротехнических сооружений, составленных Укргипроводхозом, расчетные величины ущербов по сельскому хозяйству превысили фактические данные статистической отчетности на 10%. Такое отклонение следует считать вполне допустимым, так как оно находится в пределах точности расчетов, тем более что степень достоверности данных фактических величин ущербов из-за отсутствия единой методики их учета и оценки еще не очень велика.

Построением кривой зависимости ущербов от паводков завершается определение величин ущербов. Пример построения кривой на условных данных при-

веден на рис. 17. Путем планиметрирования определяют площадь фигуры, ограниченной кривой обеспеченности ущербов и осями координат. Частное от деления полученной величины на 100 есть среднегодовое значение ущерба.

Следующим этапом в проектировании является выбор технически возможных вариантов строительства противопаводковых сооружений (водохранилище, регулирующее паводковые воды, дамбы обвалования). При этом по возможности следует рассмотреть варианты сооружений с равным экономическим эффектом. Сравнение должно производиться по формуле:

$$(E_n K_i + C_i) : U_{лнхi} \rightarrow \text{минимум}, \quad (5.1)$$

где E_n — нормативный коэффициент экономической эффективности, принимаемый, согласно «Типовой методике» (13), равным 0,12; K_i и C_i — соответственно капитальные вложения и ежегодные издержки (эксплуатационные затраты и амортизационные отчисления) по i -му варианту строительства противопаводковых сооружений; $U_{лнхi}$ — среднегодовой ущерб отраслей народного хозяйства, который будет предотвращен в результате строительства противопаводковых сооружений i -го варианта.

Величина $U_{лнхi}$ определяется суммированием показателей, полученных по формулам (3.5) и (3.15). В свою очередь $U_{лнхi} = U_{нхi} - U_{онхi}$, где $U_{нхi}$ и $U_{онхi}$ — ущерб отраслей народного хозяйства соответственно до и после строительства противопаводковых сооружений по i -му варианту ИЗС. $U_{онх}$ представляет собой остаточный ущерб, ликвидация которого экономически неоправданна. После осуществления противопаводковых мероприятий при паводках может быть затоплена часть площади ниже сооружений, и таким образом будет нанесен определенный ущерб. Аналогичное явление можно будет наблюдать в междамбном пространстве при обваловании пойм. Кривые обеспеченности максимальных расходов для зарегулированных условий строятся по данным водохозяйственных расчетов, на основе которых определяются площади затопления и соответственно наносимый ущерб, а затем среднегодовой ущерб. Площадь затопления ниже водохранилища после строительства последнего определяется по формулам, рекомендованным Р. Ф. Лукошко и П. П. Рутковским (1). Кроме того, после

строительства противопаводковых водохранилищ нередко снижается урожайность кормовых угодий, расположенных на поймах рек ниже этих сооружений. Этот фактор должен быть учтен также при определении $U_{\text{онхи}}$.

В сумму капитальных вложений в строительство противопаводковых сооружений включаются также средства, расходуемые на снос и перенос жилых и производственных зданий и сооружений, автомобильных и железных дорог, высоковольтных линий связи и электропередачи, лесочистку, санитарную подготовку ложа водохранилища, на компенсацию за отвод земель под водохранилище и строительство гидроузла и земель, отчужденных под временное пользование, на компенсацию за потравку культур, порчу многолетних насаждений, средства на эвакуацию населения. Затраты на подготовку чаши водохранилища к затоплению достигают на некоторых объектах 35—40% от общей суммы капитальных вложений, выделяемых на противопаводковые мероприятия (8). Значительная доля затрат на подготовку чаши водохранилища приходится на компенсацию за отвод земель под затопление и строительство. В соответствии с постановлением Совета Министров СССР от 9 августа 1974 г. предприятия и организации, которым отводится земля для строительства и иных несельскохозяйственных нужд, возмещают государству стоимость восстановления изымаемых при этом земель.

Для того чтобы подобрать минимальную величину показателя по формуле (5.1), должно быть рассмотрено несколько вариантов противопаводковых сооружений. Вариант с минимальной величиной показателя, полученного по формуле (5.1), может быть рекомендован к дальнейшему проектированию и строительству.

При сравнении вариантов следует учесть, что проектируются чаще всего противопаводковые водохранилища комплексного назначения, т. е. водные ресурсы используются для орошения, водоснабжения, гидроэнергетических и других целей. В этом случае, сравнивая варианты противопаводкового регулирующего водохранилища с дамбами обвалования, необходимо учесть возможные изменения капиталовложений и ежегодных издержек в перечисленных выше отраслях. Распределение комплексных капитальных вложений и ежегодных издержек между отраслями должно быть

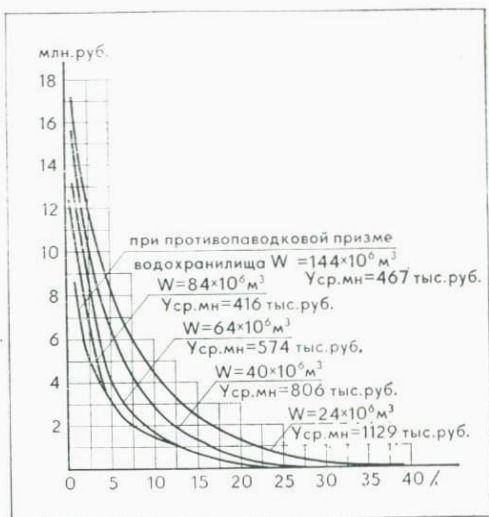


Рис. 18. Суммарные кривые обеспеченности ущерба от наводнений в зарегулированных условиях реки

произведено в соответствии с рекомендациями, изложенными ниже.

После выбора типа противопаводкового сооружения осуществляется экономическое обоснование оптимальных его параметров. Для этого должны быть построены кривые ущерба от паводков различной процентной обеспеченности в зависимости от регулирующей емкости противопаводкового водохранилища, если в качестве проектируемого сооружения принято регулирующее водохранилище, или кривые ущерба различной процентной обеспеченности в зависимости от высоты защитной дамбы, если она проектируется. По каждой серии кривых, по аналогии с изложенным выше методом, определяется среднегодовая величина ущерба. По разности среднегодовых сумм ущерба в естественных и в зарегулированных условиях определяется предотвращенный ущерб. Пример построения кривых ущерба в зависимости от регулирующей емкости водохранилища приводится на рис. 18. Дальнейший расчет по выбору оптимального варианта противопаводковой емкости регулирующего

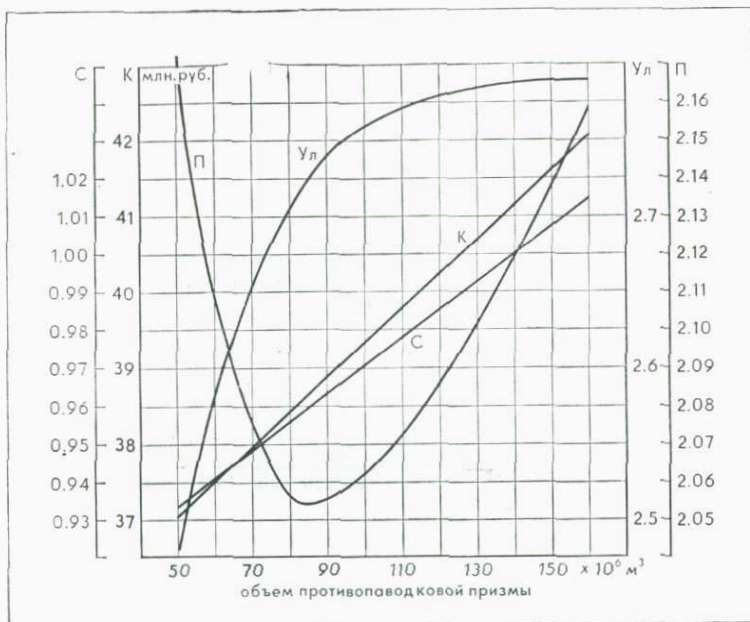


Рис. 19. Кривые зависимости капиталовложений, ежегодных издержек, ликвидируемого ущерба и приведенных затрат (в млн руб.) от объема противопаводковой призмы водохранилища К — капиталовложения; С — ежегодные издержки; У_л — ликвидируемый ущерб; П — приведенные затраты

водохранилища сводится к определению удельных приведенных затрат при разной регулирующей призме. Вариант с минимальной суммой приведенных затрат рекомендуется к строительству. При этом может оказаться оптимальным вариант, по которому не полностью предотвращается ущерб от паводков. Это значит, что предотвратить полностью ущерб экономически не выгодно, так как приведенные затраты по предотвращению остаточного ущерба будут больше, чем его остаточная величина (см. рис. 19). Выбор оптимальной, регулирующей паводок призмы должен быть произведен без учета доли капитальных вложений и ежегодных издержек, приходящихся на другие отрасли, которые входят в рассматриваемый водохозяйственный комплекс.

При расчетах необходимо иметь в виду, что, согласно действующим строительным нормам и правилам

(11), населенные пункты, промышленные предприятия, мелиоративные и другие объекты должны быть защищены от паводков однопроцентной обеспеченности, а сельскохозяйственные угодья — от паводков десятипроцентной обеспеченности. Однако в конкретных условиях путем технико-экономических расчетов может быть доказана целесообразность строительства противопаводковых гидротехнических сооружений на более редкую повторяемость паводков. На выбор варианта регулирования паводкового расхода безусловно окажет влияние рассмотрение противопаводковых мероприятий в комплексе с другими водохозяйственными компонентами.

На основе изложенного в общем виде формула коэффициента общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство противопаводковых гидротехнических сооружений может быть выражена следующим образом:

$$\Theta = (P_3 + P_n - C) : (K + K_n + O_n), \quad (5.2)$$

где P_3 — годовая сумма эффекта, достигаемого при использовании потенциальной возможности земель сельскохозяйственного назначения в случае защиты их от паводков. Величина P_3 определяется по формуле (3.2); P_n — годовая сумма эффекта, достигаемого в отраслях народного хозяйства при защите их от наводнений. Величина P_n определяется по формуле (3.9); O_n — балансовая стоимость объектов народного хозяйства к моменту завершения строительства противопаводкового сооружения; K — капитальные вложения в строительство противопаводковых сооружений с учетом единовременных затрат, которые перечислены выше; K_n — капитальные вложения, если это потребуется, на интенсификацию сельскохозяйственного производства на землях, защищаемых от паводков; C — эксплуатационные затраты и амортизационные отчисления по противопаводковым сооружениям.

Величины P_3 и P_n должны также учитывать дополнительно эффект, который может быть получен на некоторых объектах в результате использования вод призмы сработки противопаводкового объема водохранилища. В отдельных случаях только за счет более равномерного сброса паводковых вод, накопленных в водохранилище, может быть улучшена водоподача на земли существующего орошения или водоснабжения

населенных пунктов, увеличена выработка ГЭС, расположенных ниже проектируемых противопаводковых сооружений.

В связи с тем что противопаводковые мероприятия осуществляются, как правило, в комплексе с другими отраслями водного хозяйства (орошением, водоснабжением, гидроэнергетикой, рыбным хозяйством, водным транспортом и др.), а в некоторых случаях, кроме того, в сочетании с автомобильными и железными дорогами, то в этом случае в общем виде коэффициент общей экономической эффективности определяется по формуле:

$$\mathcal{E} = (P_3 + P_n + P_{nn} - C_k) : (K_k + K_n + O_n), \quad (5.3)$$

где P_{nn} — доля эффекта вновь строящихся объектов народного хозяйства, приходящаяся на комплексный гидроузел; K_k — капитальные вложения в строительство комплексного гидроузла, включая затраты по подготовке чаши водохранилища; C_k — эксплуатационные затраты и амортизационные отчисления по комплексному гидроузлу.

Долю эффекта вновь строящихся объектов народного хозяйства, приходящуюся на комплексный гидроузел, проще всего определить по соотношению комплексных и отраслевых капитальных вложений, предусмотренных проектом. Однако на практике нередко возникает проблема определения доли комплексных капитальных вложений и ежегодных издержек, приходящихся на противопаводковые мероприятия и сооружения. В этой связи ниже кратко изложен метод распределения затрат между компонентами водохозяйственного комплекса, применяемый на практике.

Развитие промышленности, коммунального и сельского хозяйства все больше выдвигает на первый план проблему комплексного использования водных ресурсов. В этой связи многие крупные гидроузлы на реках проектируются и строятся как сооружения комплексного назначения: для орошения земель, выработки электроэнергии, промышленного, городского и сельского водоснабжения, речного транспорта, рыбного хозяйства. Кроме того, многие строящиеся гидроузлы решают одновременно проблему борьбы с паводками на реках. Так, например, водные ресурсы Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ на Волге используются для выработки электроэнергии, орошения

земель, судоходства и рыбоводства, и одновременно решается проблема борьбы с наводнениями. Вода, подаваемая по Каракумскому каналу, используется для орошения земель, обводнения пастбищ, водоснабжения населенных пунктов, выработки электроэнергии и судоходства.

В случае комплексного решения водохозяйственных задач достигается наиболее экономное использование государственных финансовых и материально-технических ресурсов с одновременным максимальным удовлетворением в воде интересов отраслей (компонентов), участвующих в комплексе. Так, например, при комплексном решении проблем гидроэнергетики и ирригации стоимость строительства одного из запроектированных в Средней Азии гидроузлов была определена в 1 235 млн руб., ежегодные издержки — в 17 млн руб.; при изолированном (некомплексном) решении поставленной задачи затраты составили бы соответственно 2 188 и 150 млн руб., т. е. значительно больше, чем при комплексном решении проблемы.

При многоцелевом использовании водных ресурсов различаются сооружения, строящиеся для обслуживания отдельных отраслей (например, судоходный шлюз), и сооружения, предназначенные для обеспечения всех компонентов, участвующих в водохозяйственном комплексе. В сумму комплексных капитальных вложений включаются стоимость сооружений комплексного назначения, т. е. обслуживающих все отрасли, а также затраты, связанные с подготовкой чаши водохранилища. Установить объемы капитальных вложений и ежегодных издержек по сооружениям отраслевого назначения обычно трудности не представляет, и они относятся на соответствующий компонент (отрасль), участвующий в данном водохозяйственном комплексе. Однако на практике бывают и такие случаи, когда объекты отдельных отраслей приходится рассматривать как часть комплексных сооружений. Например, стоимость здания гидроэлектростанции (без оборудования), являющегося частью подпорной плотины, должна быть отнесена к комплексным капитальным вложениям и подлежит распределению между компонентами, участвующими в водохозяйственном комплексе. В том случае, когда параметры гидроузла и водохранилища определены исходя только из требований ирригации и противопаводковой емкости, а

гидроэнергетика использует в течение года попутно водные ресурсы только в режиме орошения или сброса паводковых вод, на гидроэнергетику не может быть отнесена доля комплексных затрат. В случае определения горизонта мертвого объема водохранилища и высоты плотины исходя из требований гидроэнергетики по обеспечению максимального напора доля стоимости строительства гидроузла и водохранилища должна быть отнесена и на гидроэнергетику.

Бывает и так. Водоохранилище проектируется для аккумуляции паводковых вод и водоснабжения. Противопаводковая емкость водохранилища, как правило, на несколько порядков выше, чем объем воды, требуемой для водоснабжения. Тем не менее в этом случае затраты по гидроузлу и водохранилищу приходится распределять между отраслями. Дело в том, что противопаводковая емкость водохранилища к моменту прохождения паводков должна быть свободна, а исходя из требований водоснабжения, в это же время должен сохраняться в водохранилище определенный объем воды, гарантирующий 95%-ную обеспеченность потребности отраслей-водопотребителей. Гидрограф большинства рек Средней Азии и Закавказья соответствует в основном режиму орошения сельскохозяйственных культур, т. е. в наибольшей степени удовлетворяет потребности сельского хозяйства. После строительства водохранилища на таких реках из-за сработки последних по режиму гидроэнергетики (преимущественно в результате залпового сброса или в осенне-зимний период) довольно часто приходится строить ниже еще водохранилище для перерегулирования стока, чтобы удовлетворить потребности ирригации. Например, после строительства Уч-Курганской ГЭС в целях обеспечения нормального водозабора в Большой Ферганский канал пришлось построить еще одно водохранилище, ниже первого, для регулирования стока. В этом случае доля затрат верхнего водохранилища не может быть отнесена на ирригацию.

Несколько иное положение имеет место по сооружениям многоцелевого назначения, когда комплексные затраты (капитальные вложения и ежегодные издержки) необходимо распределить между компонентами, участвующими в комплексе. Такая задача возникает при выборе варианта комплексного или изолированного водообеспечения отдельных компонентов; при

распределении комплексных затрат между компонентами для обеспечения финансирования строительства и эксплуатации комплексного гидроузла со стороны заинтересованных отраслей; при определении экономической эффективности отраслей, участвующих в водохозяйственном комплексе.

Однако следует оговориться, что распределение комплексных затрат между отраслями в социалистическом обществе носит несколько условный характер, так как средства для всех компонентов черпаются из общих фондов народного хозяйства и полученная прибыль, как правило, поступает в тот же государственный банк. Поэтому не случайно главным критерием оценки строительства гидроузла комплексного назначения являются прежде всего показатели экономической эффективности объекта в целом.

В Советском Союзе не имеется общепринятого метода распределения комплексных затрат. В разных отраслях и ведомствах применяются различные методы.

Одним из методов, предложенных автором, является распределение комплексных затрат пропорционально прибыли (чистому доходу), которая может быть получена компонентами, участвующими в комплексе. При этом доля комплексных затрат, относимая на ту или иную отрасль, будет определяться по формулам $K_{ik} = K_k (\Pi_i : \Pi)$ (5.4) и $C_{ik} = C_k (\Pi_i : \Pi)$ (5.5), где K_k и K_{ik} — капитальные вложения на строительство комплексного гидроузла — соответственно суммарные и приходящиеся на i -ю отрасль; C_k и C_{ik} — ежегодные издержки (амортизационные отчисления и эксплуатационные затраты) по комплексному гидроузлу — соответственно суммарные и приходящиеся на i -ю отрасль; Π и Π_i — соответственно суммарная величина прибыли отраслей, участвующих в водохозяйственном комплексе, и i -й отрасли без учета налога с оборота государству и без вычета ежегодных издержек.

По формулам (5.4) и (5.5) распределяются комплексные затраты лишь между теми отраслями, которые будут иметь положительный эффект от участия в водохозяйственном комплексе. На отрасли, включенные в водохозяйственный комплекс в принудительном порядке, как это имеет место в некоторых случаях с водным транспортом, комплексные затраты не относятся.

Например, строится на реке комплексный гидроузел для энергетических, ирригационных и противопаводковых целей. Для продолжения нормального функционирования судоходства в условиях поднятых уровней воды в реке приходится перестраивать все портовые сооружения и строить судоходный шлюз у гидроузла, а иногда вводить в эксплуатацию более мощные суда. Все это требует значительных капитальных вложений, увеличения ежегодных издержек отрасли. Экономические выгоды судоходства в этом случае существенно не возрастают. Чтобы судоходство оставалось рентабельным, долю комплексных капитальных вложений, приходящихся на эту отрасль, следует разделить между другими отраслями, входящими в водохозяйственный комплекс.

По противопаводковым мероприятиям в качестве эффекта рассматривается сумма предотвращенного ущерба, которая рассчитывается по методике, изложенной в главах 3 и 5. По водоснабжению величина прибыли определяется по разности тарифной ставки на отпускаемую воду и себестоимости ее подачи. При отсутствии тарифов на воду сумма прибыли определяется по условной экономии как разность сумм приведенных затрат по заменяемому и принятому вариантам. Полученные величины капитальных вложений и ежегодных издержек, приходящихся на компоненты, суммируются с отраслевыми величинами капитальных вложений и ежегодных издержек, и производятся расчеты экономической эффективности по каждой отрасли, а затем по водохозяйственному комплексу в целом.

6

Оползни— одна из древнейших проблем человечества

Защита от оползней на протяжении многих веков остается одной из наиболее крупных проблем человечества. По вопросу происхождения и проявления оползневых процессов в нашей стране опубликовано более двух тысяч статей и книг. Таким образом, накоплен определенный опыт в изучении этого процесса (9).

По механизму оползневого процесса выделяются следующие типы оползней (30): оползни сдвига (срезающие, консеквентные, срезающие-консеквентные); оползни выдавливания; оползни вязкопластичные (оползни-потоки, сплывины, оплывины); оползни гидродинамического выноса (суффозионные, гидродинамического выпора); оползни внезапного разжижения, возникающие вследствие разрушения структурных связей в слабоуплотненных глинистых породах; оползни сложного (комбинированного) механизма.

Несмотря на наличие огромного количества публикаций в литературе, до сих пор не было четкой градации оползней по мощности. Об этом же свидетельствуют примеры, приведенные ниже. Однако Производственный научно-исследовательский институт по инженерным изысканиям (ПНИИС) (30) ввел достаточно четкую градацию оползней по мощности и разделил их на группы: малые — до 10 тыс. м³; средние — от 11 до 100 тыс. м³; крупные — от 101 до 1000 тыс. м³; очень крупные — свыше 1000 тыс. м³ вовлекаемой в процесс массы горных пород.

Оползни имеют место по берегам крупных рек европейской части Советского Союза, в Карпатах, Молдавии, Крыму, на Северном Кавказе, в Закавказье, Средней Азии, Восточной Сибири — см. рис. 20 (32). Общая площадь земель Азербайджана, находящихся в оползневой зоне, составляет около 4040 км²; из них 425 км² относятся к южному склону Главного Кавказского хребта, 1917 км² — к северному и 1640 км² — к южным склонам Юго-Восточного Кавказа (25). В Армении оползнями охвачено более 2 тыс. км² территории. Картограмма оползневых зон Грузии, составленная Г. М. Арешидзе (1), приведена на рис. 21. По состоянию на 1981 г. на юго-востоке Средней Азии зафиксировано более 12 тыс. современных оползневых очагов, из них около 2,5 тыс. средних, крупных и очень крупных современных оползневых процессов. Из приведенного количества оползней более 80% приурочены к лёссовым породам, около 50% которых образовались в весенний период 1969 г., когда количество выпавших атмосферных осадков превысило среднемноголетнюю норму в 2—2,5 раза. Оползни Средней Азии развиты на абсолютных отметках 800—1600 м и занимают площадь около 20 тыс. км². В Узбекской ССР по состоянию на начало 1982 г. выявлено 3064 оползня,

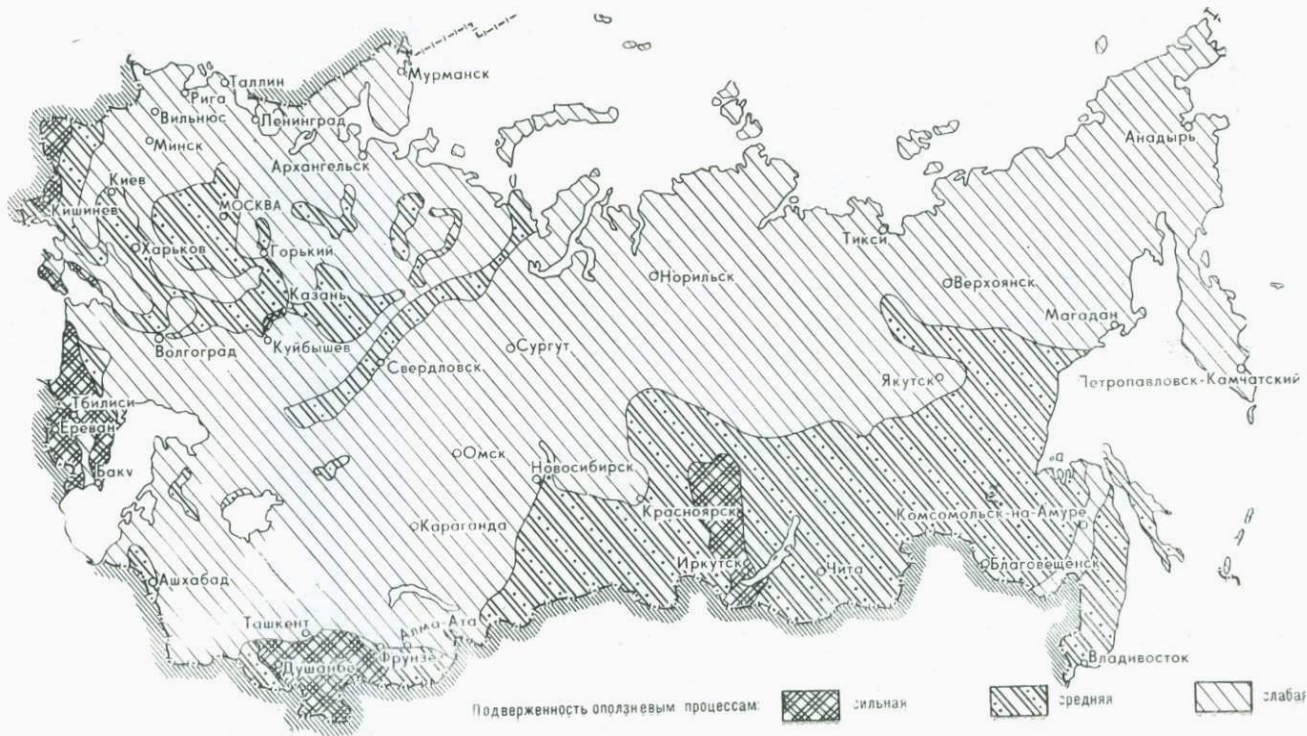


Таблица 6.1

Зоны	Бассейны рек	Площади возможного развития и фактической пораженности оползнями, км ²	
		Всего	Из них фактически поражено
Ферганская мегантиклиналь	Майли-Суу	88	25
	Караунгур	230	60
	Кугарт	402	98
	Чангат	264	44
	Яссы	110	87,5
Алай-Туркестанская	Тар	304	56
	Лайсу	84	21
	Каратуз	87	8,5
	Гульга	150	37,5
	Наукагинская впадина	80	5,3
	Сулюкта	62	39

из них 954 крупных, развитых на площади 188,1 тыс. га (25). Площади возможного развития и фактической пораженности оползнями зоны Ферганской мегантиклинали и Алай-Туркестанской зоны приведены (21) в табл. 6.1. На юге Киргизии оползни распространены на площади 8 тыс. км², однако изучены они слабо (16).

Наиболее крупные оползневые процессы в Киргизии и в Таджикистане распространены в Центральном, Южном Тянь-Шане и в Таджикской депрессии. Площадь их проявления составляет 32 тыс. км² (21). Формируются они в основном в лёссовых породах и песчано-глинистых отложениях. Мощность смещаемой лёссовой массы колеблется от 15 до 40 м, объем — от сотен до миллионов кубометров.

Примерно половина территории Молдавии, как видно из рис. 22, подвержена оползням. Анализ картосхемы позволяет условно подразделить территорию республики на три части. Районы северной части поражены оползнями сравнительно слабо — от 0,01 до 1%.

Рис. 20. Районы распространения оползней (по СН и П 2.01. 01.—82).

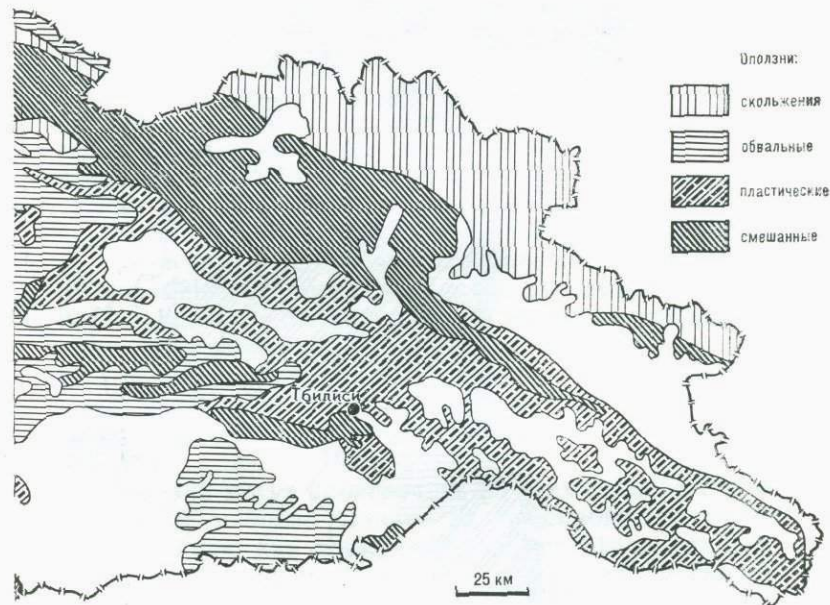


Рис. 21. Распространение различных типов оползней в Грузии (по Г. М. Арешидзе)

Южная часть отличается самыми большими колебаниями пораженности территории — от 0,01 до 2%. Центральная часть характеризуется высокой степенью пораженности — от 0,5 до 20% и более. Наибольшая степень пораженности отмечается на сельскохозяйственных угодьях, из которых 19,4 тыс. га не использовались в сельскохозяйственном производстве (23, 27). Наблюдения, проведенные в Молдавии, показали, что за 1906—1973 гг. оползни наблюдались в течение 18 лет, т. е. повторяемость в среднем через 3,7 года; соответственно за 1940—1973 гг. — в течение 11 лет

(3,1 года), за 1953—1973 гг. — в течение 8 лет (2,6 года). Так увеличивалась частота оползней в Молдавии (4).

На образование оползней оказывает влияние множество факторов, в том числе геоморфологический, климатический, гидрогеологический, сеймотектонический, антропогенный. На лёссовые породы, предрасположенные к образованию оползней, влияют такие факторы, как абсолютная высота, экспозиция склона, форма в плане, удаленность от зон региональных тектонических нарушений. Зона контактов лёссов с другими породами является наиболее благоприятной средой

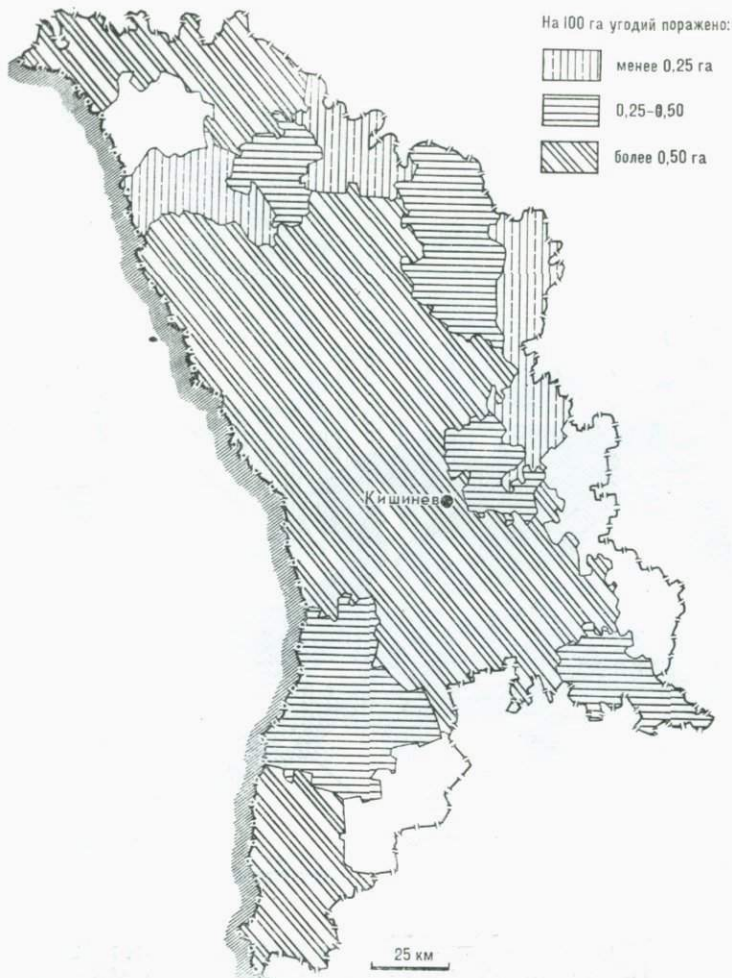


Рис. 22. Относительная пораженность оползнями сельскохозяйственных угодий Молдавии (по С. Орлову и Т. Устиновой)

для образования оползней в Средней Азии. С абсолютной высотой в горах количество выпадающих осадков увеличивается, а температура воздуха снижается, соответственно увеличивается вероятность оползней. Анализ показывает, что на абсолютные высоты от 800 до 1000 м приходится в горах 9,2%, от 1000 до

1700 м — 90,8% оползней, к тому же антропогенная активизация природных процессов в горах в несколько раз превышает интенсивность проявления аналогичных процессов на сопредельных равнинах (15). Оползни Таджикистана по абсолютной высоте распределяются следующим образом: 500—1000 м — 6,2%; 1001—2000 м — 53,8; 2001—2500 м — 28,6; 2501—3000 м — 7,5; выше 3000 м — 3,9% (20). Наиболее вероятная форма рельефа для формирования зон повышенного увлажнения и локального водонасыщения — вогнутая, при которой вероятность образования оползней достигает 92% (6).

Оползнеопасными территориями следует считать склоны и примыкающие к ним участки плато и террас, где оползни развиваются или могут возникнуть вследствие увеличения интенсивности воздействия антропогенных или естественных факторов. Нижней границей оползнеопасной территории является условная линия, за которую при небольшой скорости смещения оползней перемещение оползневых масс невозможно. Верхней границей является условная линия, за пределами которой объекты и сооружения на плато не оказывают влияния на устойчивость склона. Границы оползневых территорий устанавливаются по материалам комплексных изысканий на стадии разработок генпланов (2).

Оползни могут происходить на всех склонах с крутизной 19° и более. Однако на трещиноватых глинистых грунтах, как показывает пример Молдавии (23, 28), оползни могут начаться и при крутизне склона $5-7^\circ$. Для этого необходимо лишь избыточное увлажнение горных пород. Более половины (50—60%) оползней Таджикистана развиваются на склонах крутизной $25-35^\circ$, 30—40% — более 35° и лишь 10—15% — на склонах меньше 25° (16). Заметим, что сухие и даже очень крутые (до $30-40^\circ$) склоны, сложенные рыхлыми четвертичными отложениями, практически стабильны. Результаты исследования зависимости типов оползневых смещений в Средней Азии от крутизны склона приведены в табл. 6,2 (18).

Оползни могут сходить в любое время года. Однако оползневые смещения приурочены в основном к определенным сезонам, так как их активизация сопряжена прежде всего с интенсивностью питания подземными и поверхностными водами. Например, анализ

Таблица 6.2

Типы смещений	Количество смещений при крутизне склона (в градусах)						Всего	
	менее 25	25—30	31—35	36—40	41—45	более 45	смещений	в %
Поверхностный сплыв	8	8	20	38	12	6	92	30,1
Оплывина	10	6	24	26	6	4	76	24,8
Оползень-обвал	—	2	8	8	20	30	68	22,2
Ступенчатый	26	2	8	8	2	2	48	15,7
Оползень-поток	4	4	8	6	—	—	22	7,2
Всего смещений	48	22	68	86	40	42	306	100,0
В %	15,7	7,2	22,2	28,1	13,1	13,0	100,0	

оползней Молдавии за 10 лет показал, что 85% их смещений приходится на февраль — май, 4% — на летний период, 9% — на осень (23). Большинство оползней в Азербайджане возникает в весенне-летний период (май — июль), который характеризуется благоприятными условиями увлажнения склонов гор, а также с сентября по май — из-за обильного выпадения осадков и незначительного их испарения, что обуславливает водонасыщение горных пород, особенно покрытых суглинками (22). При антропогенном вмешательстве время проявления оползней существенно нарушается. Например, время проявления оползней на берегах водохранилища зависит от множества факторов: быстроты его сработки, скорости подъема уровня грунтовых вод, подготовленности пород после абразии и обрушения.

Объем пород, смещаемых при оползнях, колеблется в очень больших пределах — от нескольких сот до многих миллионов кубометров. Деформации земляной массы при оползнях достигают следующих размеров: 100—1200 м вдоль склона и 80—150 м — в глубь массива, мощность от 4—5 до 40—50 м (18), что сопряжено с нанесением ущерба значительного масштаба. В Средней Азии, например, в зоне контактов лёссов с другими породами зафиксированы оползневые смещения от десятков тысяч до 15—40 млн м³. В подобных случаях для оползневого процесса характерны длительность подготовки и относительно быстрое смеще-

ние масс. В Южно-Тянь-Шаньской депрессии наблюдаются крупные древнеоползневые скольжения объемом до 10—20 млрд м³ (18). В других породах происходят оползни-обвалы, но их, как правило, меньше.

Площадь, подверженная оползневому смещению, также колеблется в значительных пределах, зависит от типа и объема смещения, но, как правило, незначительная и составляет 600—1200 м². Чтобы получить представление о масштабах развития крупных оползневых процессов и о масштабах площадей, охваченных ими, ниже приведены сведения о размерах оползней западной части Кодр в Молдавии. Сто оползней, взятых в порядке описания, по площади распределяются следующим образом (27): малые (0,01—1 га) — 6; средние (1,1—5,0 га) — 28; большие (5,1—10,0 га) — 17; очень большие (11—100 га) — 46; гигантские (более 100 га) — 3. В целом по Молдавии к 1971 г. оползнями были поражены 19 436 га сельскохозяйственных угодий, в 1972 г. — 21 932 га, а в 1973 г. в связи с обильными снегопадами площадь земель, подверженных оползням, достигла 33 991 га и в настоящее время превышает 35 тыс. га сельскохозяйственных угодий. Площадь крупных оползней довольно часто достигает 50—60 га (17). Показателен в этом отношении пример Средней Азии: Нурекаталинский оползень, произошедший в 1954 г. на левом берегу Нурекаталасая, занял площадь 285 га (18), а Закасанский оползень (Узбекистан) оторвался в конце мая 1958 г., им охвачена площадь 60 га, а оползневая масса достигла 2 млн м³ (17).

Оползни наносят существенный ущерб народному хозяйству страны. Проблема защиты от оползней возникает как в крупных, так и в средних и малых городах страны. Они угрожают непрерывному и безопасному движению поездов, автомобильному транспорту на дорогах Закавказья, Северного Кавказа, Молдавии, Средней Азии, Восточной Сибири, создают условия для неконтролируемого перекрытия рек, способствуя, таким образом, возникновению катастрофических паводков, препятствуют сельскохозяйственному освоению земельных угодий. Площади, на которых они происходят, не могут быть использованы в интенсивном земледелии. На землях, прилегающих к оползневому участку, в результате резкого снижения уровня

грунтовых вод наблюдается снижение урожайности. Пахотные земли, расположенные ниже оползневых, нередко заболачиваются. При оползнях процесс выбытия земель из сельскохозяйственного оборота происходит интенсивно. Об этом свидетельствует пример Молдавии, приведенный выше, и нижеследующий. В совхозе-заводе «Джамана» в 1971—1973 гг. сползли 250 га склоновых земель, и ущерб в виде недобора урожая только за эти годы составил 400 тыс. руб., не считая потери земли как основного средства производства (23).

Оползень, который произошел в районе Монтаро (Перу) в апреле 1974 г., переместил 2,8 млрд м³ горных пород, и общий ущерб при этом достиг 1 млрд долл. От оползня объемом 240 млн м³, образовавшегося в 1963 г. в Италии, пострадали пять городов, при этом погибли около 3 тыс. человек.

Таким образом, борьба с оползнями имеет важное народнохозяйственное значение и в связи с причиненными ущербами привлекает внимание большого круга специалистов и хозяйственников. Однако следует учесть, что противооползневые мероприятия при современном состоянии техники требуют значительных капитальных вложений и их применение экономически оправданно не везде. Новые оползни часто наносят больший ущерб, чем давно существующие. Меры же по предупреждению оползней часто более просты и рентабельны, чем меры по закреплению уже возникших, систематически смещающихся оползней. Комплекс противооползневых мероприятий должен быть проведен в таком объеме, чтобы коэффициент устойчивости склона соответствовал заданной величине.

Противооползневые мероприятия по своему характеру могут быть разделены на две группы: пассивные и активные (2, 8, 19).

К первой группе должны быть отнесены главным образом мероприятия охранно-ограничительного характера, а именно:

— запрещение подрезки оползневых склонов и устройства на них всякого рода выемок;

— недопущение различного рода подсыпок, как на склонах, так и над ними, в пределах угрожающей полосы;

— запрещение строительства на склонах и на указанной полосе сооружений, прудов, водоемов, объек-

тов с большим водопотреблением без выполнения конструктивных мероприятий, полностью исключающих утечку воды в грунт;

— запрещение производства взрывов и горных работ вблизи оползневых участков;

— ограничение в необходимых случаях скорости движения железнодорожных поездов в зоне, примыкающей к оползневому участку;

— запрещение устройства водонепроницаемых пластырей в зоне выклинивания грунтовых вод;

— охрана древесно-кустарниковой и травянистой растительности;

— запрещение неконтролируемого полива земельных участков, а иногда и их распашки;

— запрещение устройства водопроводных колонок и постоянного водопровода без устройства канализации;

— недопущение сброса на оползневые склоны ливневых, талых, сточных и других вод;

— залесение оползневых территорий.

Осуществление охранно-ограничительных противооползневых мероприятий не связано с устройством каких-либо инженерных сооружений и проведением трудоемких работ. Вместе с тем очевидно, что эффект от этих мероприятий может быть получен не сразу. Тем не менее осуществление этих мероприятий необходимо едва ли не в большей мере, чем активных мероприятий.

В условиях аридного климата Апшеронского полуострова при закреплении склонов от оползней растительностью можно уверенно применять посадку фисташек, которые способны распространять свои корни в поисках влаги на расстояние до 45 м. А для районов среднегорья и предгорья (Шемаха, Нураи, Лагич, Алтыгагач, Хизи, Мухах, Илису и др.) самым эффективным мероприятием помимо различных видов кустарников может быть посадка ореховых деревьев, у которых корни развиваются в глубь склона вертикально и играют роль свайных (шпоночных) закреплений (22).

Ко второй группе следует отнести такие противооползневые мероприятия, проведение которых требует устройства различного рода инженерных сооружений. В зависимости от сложности инженерно-геологических условий, ценности существующих и проектируемых

объектов, экономического значения и перспектив использования оползневых территорий рекомендуется применять следующие меры, направленные на устранение активных причин, вызывающих оползни на склонах (8) (табл. 6.3).

Подход к выбору типа инженерного сооружения должен быть дифференцированным. Прежде всего он зависит от того, строится ли сооружение для «лечения» или для предупреждения оползня. Нередко одним из основных факторов, определяющих выбор тех или иных мероприятий, является фактическая выполнимость и степень трудности их осуществления.

Весьма эффективным противооползевым приемом перераспределения земляных масс на оползневых склонах является метод террасирования, применяемый обычно в комплексе с водоотводами, защитными покрытиями, посадкой древесной растительности и другими мероприятиями.

Приведем краткое описание некоторых видов применяемых противооползневых сооружений (24, 35).

Подпорные конструкции обычно применяются для предотвращения оползневых подвижек, когда прочность пород значительно снижена прошедшими деформациями.

Подпорные стенки рекомендуется устраивать на сравнительно небольших оползнях, а также на склонах при нарушении их устойчивости в результате подрезок, пригрузок, подмывок и т. д.

Контрбанкеты являются одним из наиболее эффективных противооползневых мероприятий. Они устраиваются у подошвы действующего или потенциального оползня и своим весом препятствуют смещению земляных масс.

Свайные ряды укрепления оползневых склонов рекомендуется применять в период временной стабилизации оползней, имеющих относительно малую (до четырех метров) мощность смещенного тела. Сваи (бетонные, железобетонные и стальные) располагаются в шахматном порядке, устанавливаются в несмещаемую породу, как правило, на глубину два метра. Чтобы не нарушить устойчивость склона при забивке, сваи погружают в предварительно пробуренные скважины.

Сплошные свайные, или шпунтовые, ряды (тонкие стенки) устраиваются на оползнях реже других удерж-

Т а б л и ц а 6.3

Активные причины, вызывающие оползни	Меры борьбы	
	Мероприятия	Виды работ
Изменение напряженного состояния глинистых пород (перепад давления) Подземные воды	Уполаживание склонов или откосов	Срезка земляных масс в верхней части откоса и укладка их у подножия для пригрузки в месте ожидаемого выпирания
	Перехват подземных вод выше оползня	Горизонтальный и вертикальный дренаж, сплошная прорезь, дренажная галерея, горизонтальные скважины-дрены. Вертикальный дренаж — забивные и сквозные фильтры, колодцы, дренаж
Поверхностные воды	Защита берегов от абразии	Волноотбойные стены. Волноломы подвижные и подводные. Буны. Завоз пляжного материала
	Защита берегов от боковой эрозии	Мошчение откоса. Тюфяки. Каменная наброска. Струенарправляющие сооружения
Атмосферные осадки	Регулирование поверхностного стока	Микропланировка. Лотки, кюветы, каналы, быстротокки, дорожки
Выветривание	Защита грунтов поверхности склона	Одерновка, посев трав, древесные насаждения. Замена грунта (планировка). Изоляция поверхности
Совокупность ряда активных причин	Механическое сопротивление движению земляных масс	Подпорные стены. Свайные ряды, шпунты. Земляные контрбанкетты. Замена грунтов поверхности скольжения
	Изменение физико-технических свойств грунтов	Подсушка и обжиг глинистых грунтов, электрохимическое закрепление грунтов
Некоторые виды деятельности человека	Специальный режим в оползневой зоне	Сохранение склонов в устойчивом состоянии. Ограничение в производстве строительных работ. Строгий режим эксплуатации различных сооружений
Утечка водопроводных и канализационных вод	Обеспечение повышенной надежности	В оползневой зоне трубопроводы устраиваются из труб более прочных материалов или в «рубашке»

живающих сооружений. Это объясняется тем, что стоимость таких сооружений на один кубометр закрепляемого грунта выше стоимости других средств механического удерживания оползней. Однако в ряде случаев применение их может оказаться эффективным, например, для защиты от оползней строений при невозможности проведения работ по устройству котлованов.

Контрфорсные столбы и свайные ряды применяются для удержания смещающихся пород в тех случаях, когда последние не подвергались значительному раздроблению, оползневым подвижкам. Они особенно эффективны в случае бокового смещения неглубоких слоев пород по плотному подстилающему пласту. Достоинством контрфорсных столбов является то, что они могут устраиваться на активных оползнях с малыми скоростями подвижек. В ряде случаев с их помощью закрепляются оползни значительной мощности. Расход материалов и затраты труда на устройство контрфорсных столбов несколько ниже, чем при строительстве подпорных стен.

Противооползневые сооружения (см. рис. 23), их конструкции, размеры отдельных элементов и другие показатели рассчитывают с учетом вида застройки, его функции, а также назначения защитного сооружения. Например, свайные удерживающие сооружения могут быть использованы в качестве фундаментов сооружений значительного веса. Они размещаются в пассивной части склона и могут выполнять роль контрбанкета.

Оптимальный комплекс сооружений противооползневой защиты устанавливается в следующем порядке (2):

— составляется схема расположения объектов на оползнеопасной территории;

— устанавливается характер их влияния на оползнеобразующие факторы в процессе застройки и эксплуатации проектируемых сооружений (повышение напряженного состояния пород склонов, изменение уровней грунтовых вод, уменьшение прочностных характеристик пород и др.);

— оценивается изменение коэффициента устойчивости склонов (на момент застройки и на расчетный период эксплуатации сооружений);

— выбираются виды сооружений противооползне-

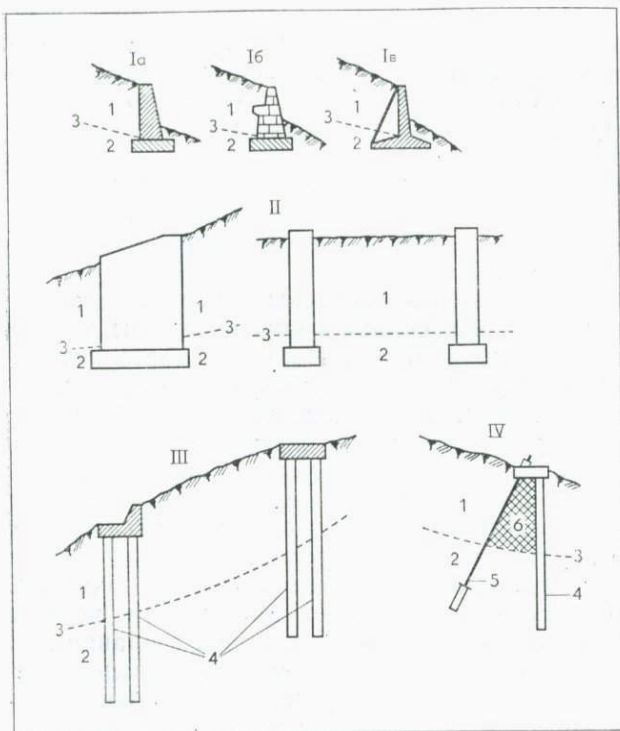


Рис. 23. Противооползневые сооружения

I — подпорные стены: а — гравитационная монолитная; б — гравитационная сборная; в — тонкая уголкового профиля. II — удерживающий контрфорс. III — свайные конструкции. IV — комбинированная свайно-анкерная конструкция: 1 — оползневая толща; 2 — устойчивый грунт; 3 — поверхность скольжения; 4 — буронабивные сваи; 5 — анкерные тяжи; 6 — массив из закрепленного грунта

вой защиты, и для каждого из них определяется степень повышения коэффициента устойчивости;

— оценивается возможность использования сооружений противооползневого комплекса для выполнения функций отдельных конструкций объектов застройки;

— выбираются сооружения противооползневого комплекса и застраиваемых сооружений, для каждого из которых коэффициент устойчивости склоновых территорий должен быть не ниже допустимой величины, которая устанавливается согласно требованиям нормативных документов;

— оптимальный набор сооружений противооползневых комплекса и вида сооружений застройки определяется по соотношению достигаемого эффекта и затрат на их строительство и эксплуатацию.

Противооползневые сооружения применяются при необходимости повысить величину коэффициента устойчивости, который может уменьшаться вследствие размещения на склонах объектов значительной массы, изменения крутизны склонов, подъема уровня грунтовых вод и др.

Для уменьшения величины инфильтрации атмосферных осадков спланированные склоны покрывают защитными покрытиями. Наиболее часто используют покрытия двух типов: противофильтрационные и противозерозионные. Для создания противофильтрационного покрытия используют битумные эмульсии, латекс, цемент и др. Битумные эмульсии, например, наносятся на спланированный склон в малых концентрациях после посева трав. К противозерозионным мероприятиям относятся: одерновка, устройство газонов, укрепление склонов каменным материалом, например щебнем.

Древесно-кустарниковые насаждения используют для укрепления дернового покрова, создания декоративно-художественного оформления склонов, регулирования температурного режима поверхностного слоя грунта и др. Корневая система может обеспечить также механическое закрепление поверхностного слоя грунта.

Оползневые процессы можно прогнозировать. Для этого прежде всего необходимы тщательные инженерно-геологические и инженерно-гидрогеологические исследования.

Прогноз оползневых процессов необходим (11, 29): для расположения объектов народного хозяйства и их сооружений в безопасном месте; для своевременного предупреждения возникновения новых оползней или недопущения опасной величины и скорости смещения уже существующих оползней; для строительства определенных типов защитных сооружений, для выработки приемов эксплуатации объектов народного хозяйства без укрепления склонов; для предотвращения человеческих жертв при неизбежных крупных оползневых смещениях и аварий на объектах народного хозяйства.

Практическое значение прогноза особенно велико, потому что при современном состоянии техники строи-

тельности стоимость противооползневых сооружений очень высокая и применение их экономически оправданно не везде и не всегда. Таким образом, прогнозирование оползней — это очень сложная, ответственная и в то же время крайне необходимая задача. Изыскательские и исследовательские работы в целях получения инженерно-геологических данных и прогноз устойчивости склонов следует выполнять в соответствии с рекомендациями ПНИИИСа по инженерно-геологическим изысканиям (31) и инструкции СН 519-79 (10). Оценка возможности образования оползней различных типов и расчет устойчивости крутых уступов, откосов и всего склона, локальный прогноз устойчивости склонов к изменениям рельефа, гидрогеологических условий, свойств пород производятся в соответствии с рекомендациями ПНИИИСа по количественной оценке устойчивости оползневых склонов.

Для прогноза оползневых процессов на длительный период применяется так называемый метод ритмичности, основанный на выявлении периодов активизации оползней, связанных с выпадением осадков и другими метеорологическими элементами (30). Обычно прослеживается достаточно тесная связь количества оползней с величиной солнечной активности и менее тесная связь с атмосферными осадками. Для использования этого метода в прогнозах необходимы представительные и продолжительные ряды наблюдений за оползнями и достаточно сложный анализ с выявлением корреляционных функций по специальным программам, изложенным в работах К. А. Гулакяна и др. (7), В. В. Кюнтцеля (12) и А. И. Шеко (36). Выявленные корреляционные функции позволяют прогнозировать для данного региона общее число оползней и площадь повышенной оползневой активности. Использование метода ритмичности оползневого процесса в большинстве случаев затруднено отсутствием представительных рядов наблюдений и сложностью обработки исходных данных.

Практически важно, чтобы прогноз оползней давал ответы на следующие вопросы. Может ли образоваться оползень в данном месте? Где в первую очередь возникнут оползни (например, на трассе дороги)? Каковы будут размеры оползня, когда произойдет основное смещение оползневого тела, каковы будут скорость и амплитуда смещения? Это те вопросы, на ко-

торые должны ответить изыскатели и исследователи перед началом проектирования объектов народного хозяйства. Однако на практике бывают прогнозы и другого характера, материалы которых можно использовать как при проектировании, так и для принятия оперативных решений (5). Остановимся на них кратко.

Кроме долгосрочного составляются прогнозы заблаговременные, на ближайший год, краткосрочные, экстренного предупреждения. Заблаговременный дается на несколько лет, т. е. на срок, соизмеримый со временем возведения защитных сооружений. По данным прогноза можно планировать строительство защитных сооружений с учетом срока проявления оползня. Прогноз на ближайший год или сезон позволяет планировать лишь некоторые мероприятия, главным образом предупредительного характера. Кратковременный прогноз дается на несколько месяцев, недель или дней в целях принятия оперативных решений по сокращению ущербов. Экстренное предупреждение об оползнях делается за несколько часов или даже минут, чтобы избежать аварий и человеческих жертв.

В практике составления прогнозов наиболее достоверными являются краткосрочные прогнозы. Например (29), оползень Такабаяма в районе Ийяма (Япония) был предсказан с разницей в 6 минут между теоретическим и фактическим процессами. Оползень в городе Фукуи произошел 2 декабря 1972 г. в 1 час 30 минут. Согласно расчетам, произведенным на расстоянии 400 км, он должен был произойти 1 декабря в 20 часов 30 минут.

Теоретически при проектировании противооползневых сооружений и мероприятий с точки зрения экономической целесообразности возможны два принципиально различных случая.

1. Объект народного хозяйства построен без противооползневых сооружений. Необходимо решить вопрос: целесообразно ли защищать их или отказаться от дальнейшей эксплуатации объекта?

2. Объект народного хозяйства планируется построить в оползневой зоне. Целесообразно ли это?

В реальных условиях при проектировании новых объектов народного хозяйства возможны два случая.

1. Объект народного хозяйства может быть постро-

ен только в зоне проявления оползней; варианты решения поставленной задачи исключаются. Например, рудник (разрез) может быть размещен лишь там, где имеется месторождение полезного ископаемого. В этом случае экономическое обоснование возводимого объекта народного хозяйства должно производиться с учетом затрат на строительство и эксплуатацию сооружений инженерной защиты от оползней.

2. Объект народного хозяйства может быть построен как в зоне, так и вне зоны проявления оползня (например, транспортные коммуникации, линии электропередачи, линии связи, туристские базы и другие объекты). В этом случае экономические расчеты осуществляются в два этапа.

Вначале отыскивается целесообразный вариант размещения объекта народного хозяйства — в зоне или за пределами возможного проявления оползня. Затем определяется экономическая эффективность строительства выбранного варианта. В случае обоснования целесообразности строительства объектов народного хозяйства в оползневой зоне экономическая эффективность строительства определяется с учетом затрат на строительство и эксплуатацию сооружений инженерной защиты.

Существуют различные методы экономического обоснования противооползневых мероприятий. Однако обязательным условием при сопоставлении всех вариантов является одинаковая производительность (пропускная способность) инженерных сооружений как в оползневой, так и во внеоползневой зоне, как при проектировании новых объектов, так и при защите существующих. Если это условие соблюсти невозможно, то все экономические расчеты должны быть выполнены в расчете на единицу производительности (пропускной способности).

Целесообразность возведения объекта народного хозяйства, который может строиться как в оползневой зоне с применением соответствующих мер защиты, так и вне ее, определяется по следующей формуле:

$$E_n (K + K_{но}) + C + C_{но} + U_{зо} \leq E_n K_{нв} + C_{нв} + C_{днв} + U_{зв}, \quad (6.1)$$

где E_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимаемый, соглас-

но «Типовой методике» (33), равным 0,12; K — капитальные вложения в строительство противооползневых сооружений и осуществление противооползневых мероприятий; $K_{но}$ и $K_{нв}$ — капитальные вложения в строительство инженерных объектов — каналов, автомобильных и железных дорог, водо-, газо- и нефтепроводов в оползневой и внеоползневой зонах. При этом рассматривается только участок дороги (канала, трубопровода и др.), который связан с оползневой зоной; C — эксплуатационные затраты и амортизационные отчисления на противооползневые сооружения и мероприятия; $C_{но}$ и $C_{нв}$ — затраты на текущий ремонт и амортизационные отчисления по инженерным объектам, построенным в оползневой и внеоползневой зонах; $C_{днв}$ — дополнительные издержки отрасли в связи со строительством инженерных объектов во внеоползневой зоне и удлинением в этой связи транспортного пути (увеличение себестоимости перевозок, дополнительные расходы на подкачку насосными станциями воды, газа, нефти и др.); $У_{зо}$ и $У_{зв}$ — ущерб сельскохозяйственному производству от потерь земель сельскохозяйственного назначения в результате строительства инженерных объектов и противооползневых сооружений и мероприятий соответственно в оползневой и внеоползневой зонах.

Если суммарное значение в левой части формулы больше суммы в правой ее части, то строить инженерное сооружение в оползневой зоне не следует.

Целесообразность защиты существующих инженерных сооружений и земель сельскохозяйственного назначения от воздействия оползней определяется по формуле:

$$\begin{aligned} E_n(O_n + O_3 + K) + C_n + C + У_{зо} &\leq \\ &\leq E_n(K_{нв} + K_3) + C_{нв} + C_{днв} + C_3 + У_{зв}, \end{aligned} \quad (6.2)$$

где O_n — балансовая стоимость действующих инженерных объектов после завершения строительства противооползневых сооружений; O_3 — цена земель сельскохозяйственного назначения, которые могут быть потеряны в результате оползней; K_3 — капитальные вложения на освоение новых земель взамен тех, которые могут быть потеряны в результате оползней; C_n — амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт действующих инженерных объектов; C_3 — еже-

годные издержки (амортизационные отчисления и эксплуатационные затраты) на землях, которые будут освоены взамен тех, которые могут быть потеряны в результате оползней.

Капитальные вложения на освоение новых земель определяются по методике, изложенной в главе 3.

В том случае, когда от оползней защищаются только действующие объекты народного хозяйства, из формулы (6.2) исключаются индексы O_3 , K_3 и C_3 . Если защищаются от оползней только земли сельскохозяйственного назначения, то из формулы (6.2) исключаются индексы O_n , $K_{нв}$, C_n , $C_{нв}$, $C_{днв}$ и $U_{зв}$.

В случае несоблюдения соотношения левой и правой частей формулы (6.2) целесообразно отказаться от противооползневой защиты действующих объектов народного хозяйства и земель сельскохозяйственного назначения и следует возводить инженерные объекты и осваивать сельскохозяйственные земли на новом месте.

Коэффициент общей народнохозяйственной эффективности капитальных вложений в строительство новых объектов народного хозяйства, противооползневых сооружений, на осуществление противооползневых мероприятий определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_n = (\Pi_{nn} + \Pi_3 - C - U_{30}) : (K_n + K), \quad (6.3)$$

Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в противооползневые сооружения и на мероприятия по защите действующих объектов народного хозяйства и земель сельскохозяйственного назначения определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_c = (\Pi_n + \Pi_3 - C - U_{30}) : (K + O_n). \quad (6.4)$$

В случае отказа от защиты существующих объектов от оползней коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство объектов народного хозяйства на новом месте определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_n = (\Pi_{nn} - U_{зв}) : (K_n + O_{нв}), \quad (6.5)$$

где Π_{nn} — прибыль, которую предполагается получить в результате строительства инженерного объекта в оползневой зоне без вычета ежегодных издержек на

противооползневые сооружения и мероприятия; Π_n — эффект отраслей народного хозяйства, который достигается в результате защиты инженерных сооружений от оползней, определяется по формуле (3.9); Π_3 — эффект от защиты земель сельскохозяйственного назначения, находящихся в оползневой зоне, определяется по формуле (3.2); $O_{нв}$ — балансовая стоимость действующих инженерных объектов, находящихся в оползневой зоне, ко времени завершения строительства новых инженерных объектов во внеоползневой зоне.

Для объектов народного хозяйства, проектируемых в оползневой зоне, определить величину экономического и социально-экологического ущерба, которые можно предотвратить при возведении противооползневых сооружений, на данном этапе исследований невозможно. В дальнейшем, в результате тщательного учета, изучения и анализа оползневого процесса и выявившихся при этом ущерба, представится возможность определять величины ущерба для различных видов объектов народного хозяйства. На данном этапе исследований и информационной обеспеченности по оползням при проектировании новых объектов народного хозяйства в оползневой зоне с инженерной защитой учитывается коэффициент дополнительного косвенного экономического и социально-экологического эффектов. При расчетах следует иметь в виду, что этот коэффициент изменяется в пределах от 1,25 до 1,35. В этой связи при определении общего эффекта расчетные величины $\Pi_{пн}$ и Π_3 в формуле (6.3) умножаются на данный коэффициент.

Величины $У_{зв}$ и $У_{зо}$ определяются по формулам:

$$У_{зв} = F_{нз} (E_n \Pi_3 + \Pi_3), \quad (6.6)$$

$$У_{зо} = F_3 (E_n \Pi_3 + \Pi_3), \quad (6.7)$$

где $F_{нз}$ и F_3 — площадь земель сельскохозяйственного назначения, изымаемая под строительство объектов народного хозяйства на новом месте и сооружений, предназначенных для защиты земель и существующих объектов народного хозяйства от оползней; Π_3 — цена 1 га земель, изымаемых под строительство; Π_3 — сумма чистого дохода сельскохозяйственных предприятий и доли налога с оборота государству, относимой к эффекту сельскохозяйственного производства, которые могут быть получены с каждого гектара при интенсивном

использовании изымаемых под строительство земель.

Заметим, что величины Σ_3 и Π_3 в реальных условиях при строительстве объектов народного хозяйства на новом месте и сооружений, предназначенных для защиты земель и существующих объектов народного хозяйства от оползней, могут существенно отличаться друг от друга.

Изложенный метод расчета может быть использован при экономическом обосновании защиты объектов народного хозяйства, находящихся в зоне горных обвалов. В этой связи ниже приведено краткое описание горных обвалов.

Обвалы распространены на Кавказе, в Крыму, Закарпатье, на Урале, Алтае, в Тянь-Шане, Забайкалье, Хибинах и других горных районах страны (11). Они широко развиты в трещиноватых скальных породах, на крутых склонах гор и берегах водоемов. Объем обвалов колеблется от нескольких кубометров до миллионов и даже миллиардов кубометров пород — катастрофические обвалы. Обвалы причиняют большой ущерб, разрушая города, поселки, промышленные предприятия, дороги и другие сооружения. Катастрофические обвалы описаны Г. Маршем (14). По мнению этого автора, обвалы чаще всего наблюдаются там, где вырублены леса. Кроме того, на возникновение обвалов оказывают влияние следующие антропогенные факторы (11): подрезка склонов, взрывные работы, подмыв склонов и откосов искусственных водоемов, неправильное ведение горных и строительных работ.

Горные обвалы и камнепады происходят в самых разнообразных горных породах, как в сцементированных обломочных, осадочных и изверженных, так и в рыхлых. Поэтому следует различать скальные, или каменные, земляные и смешанные обвалы. Скальные, или каменные, обвалы подразделяются на крупные скальные обрушения (в несколько сот и тысяч кубометров горной породы) и малые обвалы (в виде обломков скал разной величины общим объемом до 200 м^3) (3). Следует заметить, что каменные обвалы объемом свыше 200 м^3 представляют довольно редкое явление, т. е. не более 1,5—2% от общего числа обвалов. Горные обвалы на Кавказе причиняют ущерб главным образом автомобильным и железным дорогам, населенным пунктам, построенным в горных ущельях. Например, железные дороги Кавказа на

большей части своего протяжения проходят в сложных геологических, гидрогеологических и климатических условиях, которые благоприятствуют возникновению обвалов. Только на Закавказской железной дороге за пять лет (1955—1959 гг.) было зафиксировано 428 случаев горных обвалов, в результате чего пришлось убрать 3 500 961 м³ горных пород. Таким образом, после каждого обвала было убрано в среднем по 820 м³ или по 70 192 м³ в год, тогда как за предыдущие шесть лет в среднем в год убиралось по 68 258 м³ скальных пород (3). О площади возможного завала можно судить по обвалу вдоль дороги, ведущей от селения Карадах в долину Каракойсу, где под обломками погребено 60 га земель (17).

Обвалы в Средней Азии по объему вовлекаемых в движение горных пород очень разнообразны: от десятков до миллиардов кубометров. Обвалы могут разрушить сооружения и перекрыть долины горных рек, что повлечет за собой их прорыв и затопление долин ниже зоны подпруживания. История свидетельствует о ряде печальных случаев прорыва горных завальных плотин в долинах рек Алайского и Туркестанского хребтов, Памира и др. (25).

Широкому развитию горных обвалов на территории Восточного Саяна (13) способствуют: сильно расчлененный высокогорный рельеф, высокая степень обнаженности коренных пород, сильная раздробленность скальных массивов тектоническими трещинами, большая скорость физического выветривания, высокие нормы атмосферных осадков, интенсивное проявление неотектоники, высокая сейсмичность. Действие этих факторов проявляется в различных местах по-разному. Обвалы особенно часты в высокогорных зонах, там они приурочены к крутым склонам каров, цирков, троговых долин.

По своей природе горные обвалы Восточного Саяна подразделяются на эндогенные и экзогенные. Вследствие высокой сейсмической активности часты эндогенные, или сейсмические, обвалы. От экзогенных они отличаются громадным объемом обвальной массы, нередко составляющим несколько миллионов кубометров, а также большим размером глыб. Следует также отметить, что крупные сейсмические обвалы часто подпруживают русла рек, прорыв которых приводит к формированию селей.

Для экзогенных обвалов Восточного Саяна характерна ясно выраженная вертикальная зональность как по количеству, так и по объему обвальных масс. В горно-таежной зоне объемы обвальных масс составляют обычно 15—20 м³, в гольцовой иногда превышают 1 тыс. м³. Экзогенные обвалы приурочены к районам тектонических нарушений горных пород.

В течение года обвалы в Восточном Саяне происходят больше летом и весной. Количество экзогенных обвалов распределилось по времени года следующим образом: 3 — в зимний период, 8 — с марта по май, 12 — летом. При этом в период выпадения дождей произошло 7, а при снегопадах — 5 обвалов.

На основе исследований дендрохронологическим методом установлено, что обвалы происходят через 17—23 года. Во время интенсивного выпадения осадков в центральной части Восточного Саяна обвалы происходят очень часто. Существенные разрушения и завалы на железной и автомобильных дорогах произошли во время интенсивного выпадения ливневых осадков в июле 1971 г. в районах юго-западного правобережья Байкала и в юго-восточной части Восточного Саяна. Масса обрушенных каменных глыб составила в общей сложности 1 млн т. В результате этого стихийного бедствия было разрушено или завалено большинство защитных сооружений (13).

В связи с высокой сейсмической активностью Прибайкалья довольно широко распространены сейсмогенные обвалы, которые приурочены в основном к древним и современным сейсмоструктурам. Так, объем массы сейсмогенного обвала (обвал-обрушение), приуроченного к сейсмоструктуре Бабха на северном склоне хребта Хамар-Дабан, составляет около 20 млн м³ (34).

Для предупреждения обвалов применяют тампонажи трещин, цементирование поверхности склонов, скрепление блоков металлическими скобами, сетками, анкеровку, строятся подпорные стенки, полки для улавливания обломков, траншеи, рвы. Для защиты дорог от горных обвалов строятся подпорные стенки и защитные козырьки. Стоимость строительства таких сооружений очень высокая, но зато это поможет избежать ущерба, человеческих жертв, перерывов в движении транспорта.

Сели. Селевые потоки формируются в речных бассейнах, насыщенных твердыми материалами, преимущественно при ливневых осадках. Они обладают значительными скоростями, большой разрушительной силой и создают характерные для них отложения. Селевые потоки подразделяются на два категории: *связные (структурные)* и *текущие (турбулентные)* (47).

Если основу твердой фазы составляют глинистые и пылеватые частицы, а вода заполняет поры и связывает эти частицы, то происходит гравитационное течение вязкопластичной массы. Потоки такого типа называются связными (структурными). Если же вода в селевой массе находится в свободном состоянии и является транспортирующей средой продуктов разрушения, то такие потоки называются текущими (турбулентными). В большинстве случаев сели по составу массы относятся к типу турбулентных.

Основными районами распространения селей в нашей стране, как видно из рис. 24, являются горные районы Карпат, Крыма, Северного Кавказа, Закавказья, Средней Азии, Урала, Восточного Казахстана, Забайкалья, Дальнего Востока (46). В целом 20—25% территории Советского Союза находится в селеопасных зонах (47). По активности и мощности проявления селевой деятельности Казахстан занимает одно из первых мест в Советском Союзе — около 25% горной и предгорной территории республики подвергается разрушительному воздействию селевых потоков и снежных лавин.

В Узбекистане до 70% территории считается селеопасной; это прежде всего районы Ферганской долины и горные участки рек Чирчик-Ангренского бассейна (29). Около 22% территории Центрального Узбекистана (Самаркандская, Джизакская области и Кенимехский и Навоиский районы Бухарской области) находится на высотах 500—1000 м и является селеопасной (53). Территория Таджикистана по степени селеопасности делится на районы со слабой (27%), средней (8,5%), сильной (22,8%) и очень сильной (31,2%) селевой деятельностью. И лишь только на 10,5% тер-

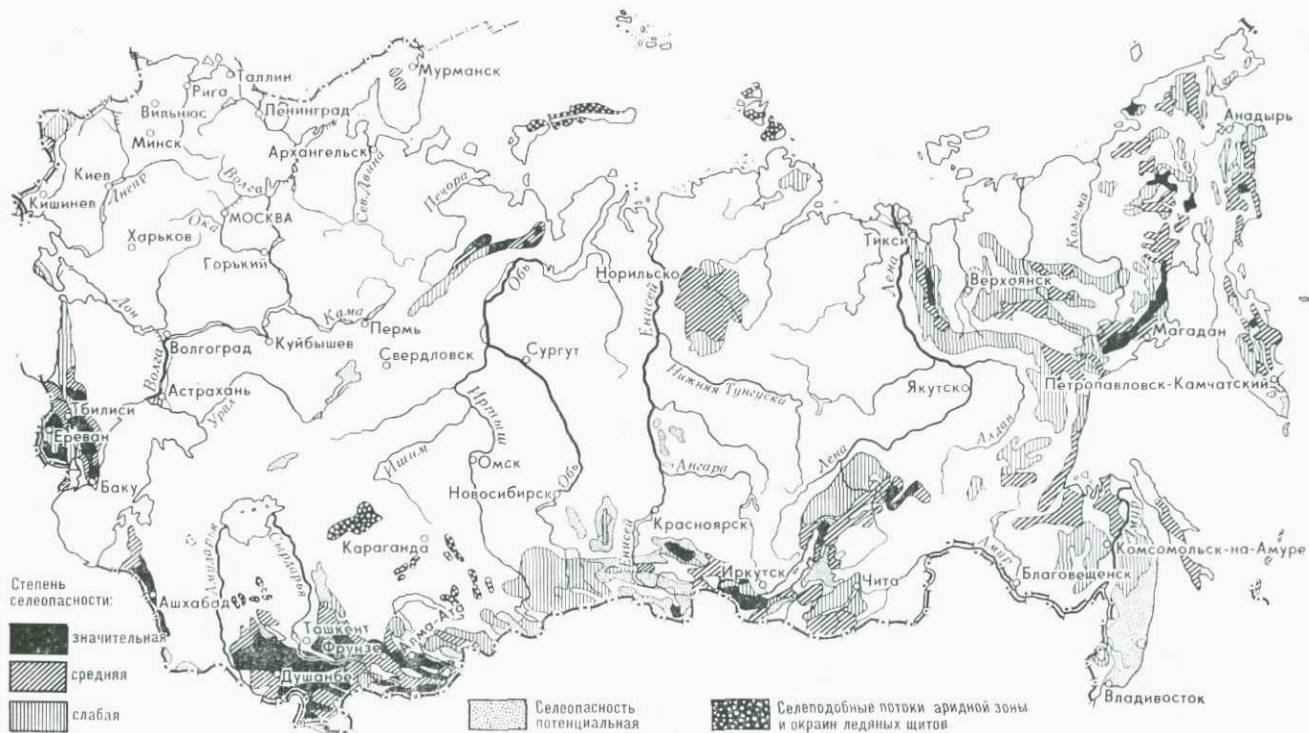
ритории республики не наблюдаются селевые явления. Следует заметить, что зона очень сильной селевой деятельности почти полностью подвержена эрозии. Основными селевыми районами на территории Таджикистана являются: Ферганская долина с ее горным обрамлением, долина Зерафшана, Центральный и Юго-Западный Таджикистан, Западный Памир и Дальверзинская степь (4).

Территория Ошской области относится к одному из наиболее селеактивных районов Киргизии. Только около 10% территории Киргизской ССР находится вне селевой опасности. Большинство рек Киргизии имеют длину меньше 25 км и уклоны от 5 до 20°, что способствует формированию и прохождению селей. Вся территория Киргизии по мощности селевой деятельности подразделяется на три категории (53): 1) расход грязе-каменной массы составляет 1 тыс. м³/с (меньше 1% площади); 2) расход составляет несколько сот кубометров в секунду (15%); 3) расход достигает 200 м³/с (75% территории республики).

Примерно 35—40% территории Армянской ССР (рис. 25) (7) охвачено селевой деятельностью той или иной степени активности, а в Грузинской ССР площадь, подверженная их воздействию, составляет около 30 тыс. км² (30). На Большом Кавказе селеопасны 76,6% рек, на Малом Кавказе — 7,8%, в том числе в Нахичеванской АССР — все реки (34).

За период наблюдений (с 1870 по 1965 г.) в нашей стране зафиксировано 5020 селевых бассейнов, из которых на Карпаты и Крым приходится 330, на Кавказ и Закавказье — 708, на Казахстан и Восточный Саян — 292, на Среднюю Азию — 3690 (73,5%), в том числе в Узбекистане — 41%, в Киргизии — 20, в Туркменистане — 10, в Таджикистане — 2,5% (27). Однако общее количество селевых бассейнов в стране, как считают специалисты (32, 42, 51), занижено примерно в 3—4 раза. Связано это прежде всего со слабой изученностью данной проблемы, особенно в районах Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Большая часть очагов зарождения селей в горах Большого Кавказа находится на Западном Кавказе на высотах 2000—2500 м, на Центральном Кавказе (2800—3000 м), на южном склоне Восточного Кавказа (2200—3000 м). Эти очаги приурочены к местам скопления моренных и элювиально-делювиальных отложе-



ний на дне и склонах воронок и небольших долин (50). При этом в большинстве случаев селевые потоки в горах Большого Кавказа имеют ливневое происхождение и возникают, как правило, в июле — августе. Замечено, что сели, возникающие в период ливневых осадков после продолжительного сухого периода, имеют обычно большую разрушительную силу, чем сели, которые вызваны затяжными дождями.

В ходе полевых работ ЗакНИГМИ было замечено, что селевые очаги расположены главным образом в пределах абсолютных высот 1500—2000 м. Выше селевая деятельность резко уменьшается, хотя очаги зарождения наиболее мощных, но редко повторяющихся селей находятся на высотах 2000—2500 м и выше. В то же время в Грузии сели проявляются во всех гипсометрических зонах: в высокогорье, в среднегорье и даже в предгорье (28).

Очаги селеобразования на северных склонах хребтов Сарыджас и Терскёй Ала-Тоо широко распространены во всех бассейнах на высотах от 2100—2200 до 3700—3800 м. Около 70% селевых русел приурочено к диапазону высот 2800—3400 м, где на дне долин максимально развиты моренные и флювиогляциальные толщи, в которых процессы образования рыхлообломочного материала на крутых склонах особенно интенсивны. Подавляющее количество селевых русел (43%) приурочено к логам крупных денудационных воронок, около 30% их приходится на ступени каров и каровых долин и лишь 9% — на русла речных долин, однако последние являются каналами стока наиболее мощных селей (36).

Размеры площадей водосборов селевых бассейнов Средней Азии характеризуются следующими показателями: с водосборной площадью 101 км² и больше — 28,6%; от 51 до 100 км² — 9,8; 11 — 50 км² — 24,1; от 1 до 10 км² — 37,5%; неустановленная водосборная площадь — 3%. На сток крупных рек с водосборной площадью более 1 тыс. км² влияние селей ослабевают, поскольку осадки с большой интенсивностью, как правило, сильно локализованы. По длине 70% селевых русел Средней Азии и Казахстана находится в диапазоне 1—25 км (41).

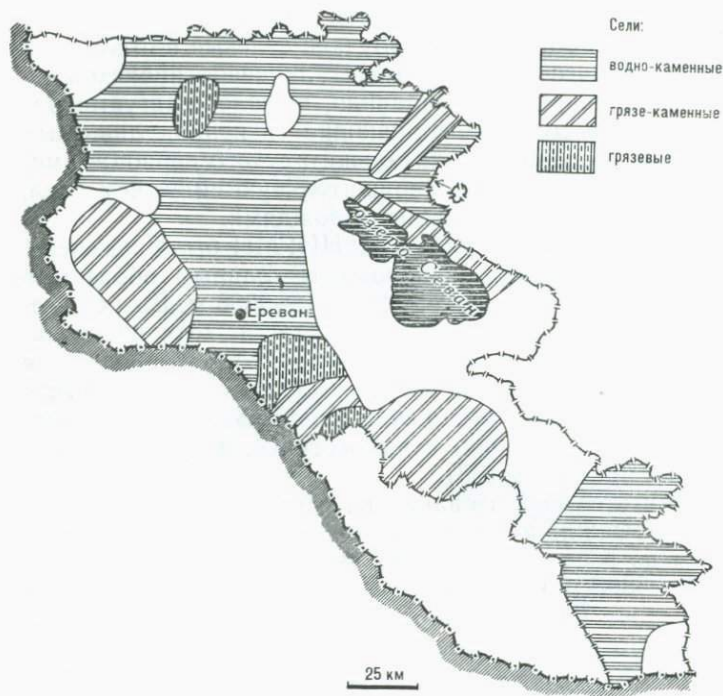


Рис. 25. Селевые бассейны Армении (по А. И. Заку)

Сели обладают значительными скоростями, большой разрушительной силой и создают характерные для них гряде-щебнистые, гряде-вые, водокаменные и вододресвяные отложения. Имеющиеся материалы по селям свидетельствуют о том, что основные причины образования селевых потоков в разных районах примерно одинаковые и отличаются друг от друга соотношением отдельных факторов, составляющих комплекс причин.

На водотоках Закавказья полевыми исследованиями установлено, что (47):

— селевые потоки формируются лишь в тех бассейнах горных водотоков, где горные породы богаты алюмосиликатными и глинистыми материалами;

— в селеобразующих очагах происходят как накопление, так и формирование гряде-каменных масс;

— процесс созревания селевой массы в эрозионных врезках заканчивается тогда, когда пустоты между каменными отложениями полностью заполняются грязе-щебнистой массой, и водная составляющая достигает 8—10% от всей селевой массы по весу;

— сформировавшаяся грязе-каменная масса, приобретая устойчивое связное состояние, с большой скоростью преодолевает до 25 км по дну ущелья и откладывается на конусе выноса, сохраняя свой первоначальный состав;

— при осадках ливневого характера бывают случаи, когда в результате разбавления грязе-каменной массы водой связный селъ по пути движения трансформируется в турбулентный селевой поток или в водный поток;

— движение связной селевой массы начинается лишь в определенный для данного района селевой период (для Закавказья — с июля по сентябрь) — при ливневых осадках и без них, при землетрясениях и вследствие других причин;

— связное состояние селевой массы сохраняется при определенных соотношениях ее составных частей. Если количество водной составляющей превышает верхний предел содержания, то селевая масса разрушается.

Селевые потоки очень различаются по составу, большей частью они носят региональный характер. Например, в Таджикистане в среднегорной зоне, сложенной палеозойскими и мезокайнозойскими породами, в продуктах разрушения которых имеется значительное количество глинистых фракций, чаще формируются сели грязе-каменные. В районах высокогорья, где в селевых очагах скапливается преимущественно грубообломочный материал, формируются сели грязе-каменного и водокаменного состава, но чаще последние. Нередко в процессе прохождения селевого потока происходит трансформация селей одного типа в другой в результате увеличения плотности потока в пути следования либо вследствие разбавления селевой массы при впадении потока в реку с большим расходом воды (5).

По мощности селевые потоки делятся на три группы:

1) мощные, с выносом к подножью гор материалов более 100 тыс. м³, бывают один раз в 5—10 лет;

2) средней мощности, с выносом материалов от 10 до 100 тыс. м³, бывают один раз в 2—3 года;

3) слабой мощности, с выносом материалов менее 10 тыс. м³.

Весьма мощные селевые потоки повторяются относительно редко — один раз в 30—50 лет, и они выносят до 2—4 млн м³ обломочного материала. Однако следует заметить, что катастрофические сели огромной мощности — явление относительно редкое на фоне общей селевой деятельности (51). В Забайкалье мощные селевые потоки формируются обычно через 5—6 лет, реже через 10—12 лет. На каждый катастрофический сел приходится по несколько десятков и сот рядовых селей, не вызывающих значительных разрушений, но тем не менее суммарно наносящих не меньший вред, чем особо мощные сели (51).

Селевые потоки в бассейне реки повторяются ежегодно, а иногда и по несколько раз в год, а в одном и том же русле ручья (реки), как было указано выше, значительно реже. Селевые потоки наступают внезапно, нарастают быстро, порой почти мгновенно, кратковременны — продолжительность их обычно 1—3 часа, иногда 6—8 и редко более 10 часов. Крутой передний фронт селевой волны высотой от 5 до 15 м образует «голову» селя и движется сплошной стеной из грязи, камня и воды (32). Максимальная высота вала водогрязевого потока достигает 20—25 м, скорость движения составляет 10—15 км/ч, плотность — до 2 т/м³ (29). При прохождении селя в бассейне Самура обнаружены валуны объемом свыше 1 м³, массой 2—3 т и более, а отдельные глыбы у выхода из долины достигали 5—6 м³, что составляет порядка 15—18 т. Селевой поток, прошедший 13 августа 1953 г. по долине р. Чхери (Кавказ), переместил каменную глыбу объемом 71 м³ и массой около 190 т (9). В первом приближении зона завала грязе-каменной массой составляет порядка четверти площади конуса выноса, остальная часть конуса выноса заливается мутным водным потоком. Площадь, залитая грязе-каменным потоком, как правило, исключается из сельскохозяйственного оборота, а на остальной площади урожаи сельскохозяйственных культур погибают полностью или частично (33).

На Кавказе селевые потоки проходят преимущественно в июне — августе (около 80%), а в Средней

Азии 7,3% селевых потоков падает на март, 19% — на апрель, 31,2% — на май, 22,1% — на июнь, 9% — на июль. В августе — феврале образовалось всего лишь 11,4% селевых потоков. Таким образом, 81,3% селевых потоков в Средней Азии прошли в апреле — июле. Эти месяцы в Средней Азии являются наиболее селеопасными, причем, чем южнее район, тем раньше начинается в нем селевой поток (19). Отмечается, что селевые потоки образуются в Киргизии тогда, когда выпадают ливневые осадки интенсивностью 30 мм/ч и более. В зоне БАМа сели формируются ранней весной в низкогорье, где мерзлые породы протаяли на достаточно большую глубину, в начале лета — в среднегорье, в середине и в конце лета — в высокогорье (24).

Энергия давления селевого потока на препятствие составляет от 5 до 12 т на 1 м² (53).

Селевые потоки наносят ущерб главным образом автомобильным и железным дорогам, мостам, ирригационным и деривационным каналам, линиям электропередачи, зданиям и сооружениям в населенных пунктах, заваливают грязе-каменной массой многолетние насаждения, посевы сельскохозяйственных культур, туристические базы и т. д.

Случаи завала посевов грязе-каменными потоками разной мощности на площади от 60 до 200 га наблюдались довольно часто. Однако известны завалы посевов и на более крупных площадях (43): сел в бассейне Чирчика в 1921 г. затопил более 10 тыс. га посевов; сел в бассейне Соха в 1934 г. повредил 700 га посевов; сел в бассейне Бадама в 1958 г. повредил посеvy на площади 600 га, при этом на полях образовались размывы. Селевые потоки, прошедшие в августе 1927 г. в долинах рек Опор и Стрый, завалили несколько сот гектаров обломочным материалом мощностью от нескольких сантиметров до двух метров. Селевые потоки нередко заваливают на большом протяжении грязе-каменной массой магистральные каналы оросительных систем, при этом поля остаются без воды и возникает косвенный ущерб в результате гибели посевов.

Некоторое представление о характере прохождения селевого потока в Средней Азии можно получить из приведенного ниже случая. 4 мая 1927 г. в районе с. Шахимардан в 20 часов прошел ливень с градом, продолжавшийся 42 минуты. В 21 час 15 минут послы-

шался сильный шум, напоминавший артиллерийскую канонаду. Через 20—30 минут из узкого ущелья, расположенного в верхней части селения, появилась стена грязе-каменного потока высотой до 15 м. Поток залил нижнюю часть селения. В то время там стояло свыше 100 арб, груженных баранами, хлебом и вещами паломников, прибывших в Шахимардан. Все подводы были унесены. Ниже селения Вуадиль (в 30 км) селевой поток разрушил железобетонное головное сооружение канала Алты-Арык и залил все понижения и расположенные ниже сооружения, хлопковые поля, сады и виноградники. В 6 часов 5 мая отдельные струи селевого потока достигли Ферганы. Вода вышла из берегов Маргеланская и залила улицы города слоем в один метр. Кроме перечисленных сооружений селевой поток разрушил 189 строений, 12 км дувалов, погубил свыше 1 тыс. га сельскохозяйственных посевов, завалил грязе-каменной массой сады. В городе погибло 800 голов скота. Всего от селя пострадало 59 населенных пунктов (19).

Селевой поток, прошедший в июле 1958 г. в бассейне р. Садон (Северная Осетия), возник в результате ливневых дождей и смыва породных отвалов горного предприятия, разрушил большую часть селения Ходка, перекрыл русло речки, образовав водоем, далее естественная плотина была прорвана, и мощный поток смыл на своем пути все мосты, разрушил автомобильную дорогу и опоры подвесной дороги, перекрыл продуктами выноса все улицы селения Садон (1).

Можно ли прогнозировать сели? Сегодня можно ответить на этот вопрос утвердительно. Важнейшим фактором образования селей является климатический; он создает оптимальные условия для формирования жидкой и твердой составляющей селей в очагах их зарождения. Сели можно прогнозировать по результатам наблюдений за прошлые годы и по данным ожидаемой погоды.

Методы прогноза селей включают эмпирические, статистические и расчетные данные. Процесс разработки метода прогноза включает в себя несколько этапов: ретроспекция селевых явлений, определение степени их активизации, прогноз. В табл. 7.1 приведены данные по прогнозным и фактическим периодам активизации селей (53).

При разработке противоселевых мероприятий не-

Таблица 7.1

Степень активизации	Крым		Северо-Западная часть Кавказского побережья		Абхазия		Бассейны рек		Малый Кавказ
	Юго-Западный	Ого-Восточный	низкогорье	средне- и высокогорье	низкогорье	средне- и высокогорье	Ингурия	Риони, Цхенис-Цкали	
Сильная						—	1979—1930		1975—1977
Средняя			1975		1974—1976	1978	1977	1973—1975	1975
			1977		1976	1975—1977	—	—	
Слабая	1977	1976		1975	1980—1984		1975, 1979	1979—1980	
	1977 ²	1977		1975	1974, 1975, 1980		1977	1979—1980	1979—1980 ³

Примечание. В числителе — прогноз, в знаменателе — действительная активизация селей.

¹ Степень активизации селей не установлена.

² Наблюдалась селеопасная обстановка, возможно, прошли отдельные небольшие сели.

³ Повсеместно прошли сильные паводки.

обходимо учитывать следующие факторы (33): условия для формирования и механизм образования селей; строение селеформирующего бассейна и его русловой сети, режим прохождения селей; размеры горизонтов селевого потока, расход, объем, скорость перемещения и плотность селя, размеры транспортируемых скальных обломков, повторяемость селей; характер, расположение и значимость объектов, подверженных селевой угрозе.

В нашей стране используется комплексный метод защиты от селей. Он включает в себя организационно-хозяйственные (административные), агротехнические, лесомелиоративные, гидротехнические мероприятия. Первые три направлены на предупреждение селей в самих очагах их образования, гидротехнические — на борьбу с уже сформировавшимися селями. Следует отметить, что каждое мероприятие является одинаково важным, и работы по их проведению должны начинаться либо одновременно, либо с небольшим разрывом и вестись до полного завершения.

Организационно-хозяйственные мероприятия предусматривают: запрещение строительства в руслах селевых бассейнов промышленных предприятий, жилых и производственных зданий и сооружений, автомобильных дорог и других объектов народного хозяйства без мер по защите от селевых потоков; охрану горных пастбищ, превращение их, где это возможно, в сенокосы, частичное или полное запрещение пастбы скота, особенно коз; подсев ценных пастбищных растений на разбитых и смытых пастбищах; полное прекращение пахоты на крутых склонах. Эти мероприятия включают также пропаганду среди населения правил разумного пользования природными ресурсами, организацию службы оповещения населения и туристов о селевой угрозе. К осуществлению организационно-хозяйственных мероприятий следует приступить сразу же после принятия общего решения о начале работ в данном селевом бассейне.

Агротехнические мероприятия включают в себя: обработку почвы поперек склонов; правильный посев и уход за посевами; террасирование горных склонов; создание почвозащитных буферных полос; прерывистое бороздование; недопущение посевов пропашных культур; приемы по защите от эрозии и т. д.

Лесомелиоративные мероприятия предполагают осуществление следующих мер, таких, как охрана лесов, передача горных лесов колхозов и совхозов Государственному лесному фонду, борьба с вредителями и болезнями леса, облесение горных склонов и русел ручьев. Эффективность лесомелиоративных работ в отличие от гидротехнических сказывается не сразу, а спустя несколько лет, т. е. по мере развития и укрепления растительного покрова. Поэтому начало лесомелиоративных работ не следует откладывать, их нужно вести параллельно с гидротехническими работами. При проведении лесомелиоративных работ необходимо отдавать предпочтение противоэрозионным ассоциациям трав, кустарников и деревьев, дающим полезный выход сельскохозяйственной продукции (медоносные, эфирноносные, лекарственные и плодовые растения). Особенно эффективны медоносы, так как только пчелы могут снимать урожай с труднодоступных склонов, не оказывая на них вредного эрозионного влияния.

Гидротехнические сооружения, применяемые для

борьбы с селевыми потоками и вообще с нерегулированным стоком в селевых бассейнах, в литературе делятся на два класса: противоэрозионные и противоселевые.

Противоэрозионные гидротехнические сооружения применяются в комплексе для борьбы с эрозионно-селевыми явлениями и служат основой для проведения агротехнических и лесомелиоративных работ.

Противоселевые гидротехнические сооружения применяются для борьбы с уже сформировавшимися селевыми потоками. По характеру воздействия на селевые потоки, по рекомендации М. С. Гагошидзе (3), их можно разбить на четыре группы: селерегулирующие, селеделительные, селезадерживающие и селетрансформирующие.

Селерегулирующие гидротехнические сооружения по своему назначению делятся на четыре подгруппы: селепропускные, селенаправляющие, селесбрасывающие и селеотбойные. Селепропускные сооружения (селепропуски, селеотводы) устраиваются для пропуска селевых потоков под (или над) защищаемыми объектами или в обход объектов. Селенаправляющие сооружения (подпорные стенки, опояски, дамбы) устраиваются с углом отклонения менее 15° к оси движущегося селевого потока для пропуска его вдоль защищаемого сооружения. Селесбрасывающие сооружения (запруды, перепады, быстротоки, пороги) располагаются в русле горного водотока в местах с большим уклоном русла с целью укрепления дна и берегов русла и защитных береговых сооружений. Селеотбойные сооружения (полузапруды, бумы, шпоры) устраиваются перед защитными дамбами, опоясками и подпорными стенками с углом отклонения менее 25° к оси движущегося селевого потока.

Селеделительные гидротехнические сооружения (щелевые запруды, тросовые селерезы и селезаградители) устраиваются для задержания расчетной крупной и пропуска массы мелкой фракции селевого потока.

Селезадерживающие гидротехнические сооружения по своему назначению делятся на две подгруппы: глухие и с отверстиями. Селезадерживающие глухие гидротехнические сооружения (плотины, котлованы, обвалование) устраиваются для задержания как селевых потоков, так и других видов горного стока. Селезадер-

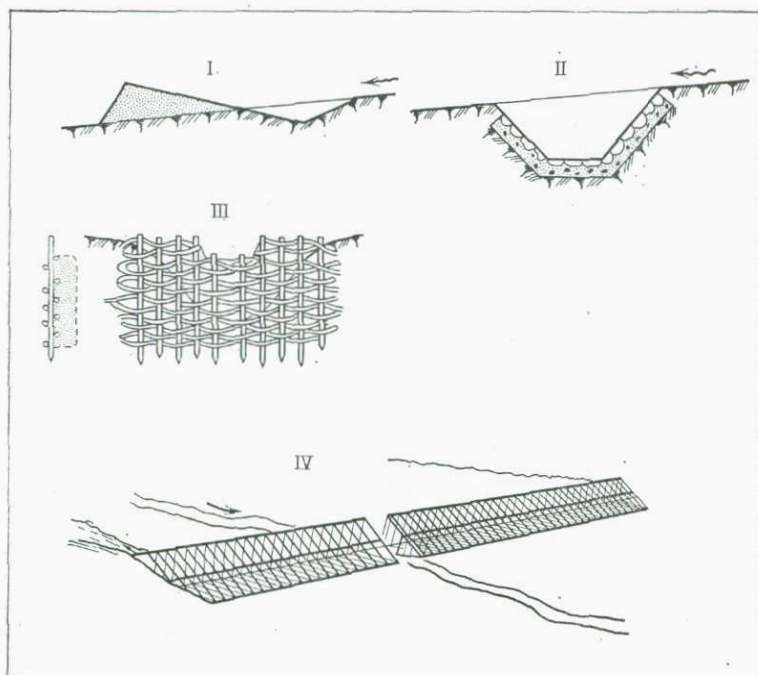


Рис. 26. Противоселевые сооружения

I — поперечный профиль вала-террасы. II — поперечный профиль нагорного канала. III — поперечное сечение и разрез плетневой запруды. IV — панорама сквозной селезадерживающей металлической запруды

живающие гидротехнические сооружения с отверстиями (плотины с отверстиями) устраиваются для задержания массы селевых потоков и пропуска паводкового стока.

Селетрансформирующие гидротехнические сооружения устраиваются для трансформирования структурных селевых потоков в паводки. Для этого в русле основной реки или в ее притоке, куда впадает селеформирующий ручей, строится водохранилище. При достижении русла основной реки селевой поток пополняется водой из водохранилища, и уменьшается консистенция селя. Таким образом селевой поток переходит в обычный паводок. Некоторые типы противоселевых сооружений приведены на рис. 26.

Методы обоснования параметров противоселевых гидротехнических сооружений изложены в работах, указанных в перечне литературы (3, 6, 17, 47, 49, 51). Особую сложность при этом, как отмечает С. М. Флейшман (51), представляет определение расхода и мощности селя. Дело в том, что по большинству бассейнов, в которых зафиксировано прохождение селевых потоков, данные о селях сводятся к двум-трем датам их прохождения. Даже по уникальным селевым бассейнам рек Большая и Малая Алмаатинка, являющихся объектом многих специальных исследований, сведения ограничиваются данными о пяти-шести селевых потоках, прошедших за 70—80 лет. При этом количественные данные, особенно о более ранних селях, крайне скудны и не дают возможности произвести сравнительный анализ и тем более составить какие-либо корреляционные зависимости.

Поэтому на основании многочисленных обследований селевых бассейнов, русл и конусов выноса С. М. Флейшман разработал два метода расчета характеристик селевых потоков — объема, расхода, линейных размеров.

Первый метод, дающий непосредственно характеристики заданной обеспеченности, заключается в привязке селевых расходов к обеспеченности водных расходов бассейна и определении максимальных значений водного расхода заданной обеспеченности. Обеспеченность — вероятность повторения расхода определенной величины в течение столетнего периода в процентах. Например, заданная (расчетная) 5%-ная обеспеченность в намечаемом створе русла ручья составляет 120 м³/с, т. е. расход такой величины возможен 5 раз в 100 лет. Аналогичный подход может быть принят и при определении максимальных объемов выноса грязе-каменной массы селевым потоком расчетной обеспеченности, данные о которых необходимы, например, при расчете емкости селехранилищ. Изложенным методом был рассчитан объем селехранилища на р. Малой Алмаатинке.

Второй метод основан на анализе селевой деятельности в рассматриваемом бассейне и приближенной оценке значений объемов, расходов, глубины и трансформирующей способности селей. Этот метод не гарантирует высокой точности определения характеристик селей. Видимо, наиболее точным является сме-

шанный метод, т. е. определение параметров селя по второму методу с последующей их проверкой по первому. Применение аэрофотосъемки, по данным Р. В. Хонина (34), позволяет достаточно точно моделировать вероятностные характеристики грязе-каменных потоков во взаимосвязи с ливневыми осадками различной обеспеченности. В будущем регулярное использование космических снимков позволит более точно прогнозировать параметры селевых потоков.

Снежные лавины. Снежный покров представляет собой изменчивую среду, в которой интенсивно протекают процессы перекристаллизации. Лавине предшествует снегопад. Образно выражаясь, каждая снежинка таит в себе опасность будущей лавины. Снежные лавины — явление, характерное для горных районов; в нашей стране они имеют место (20) в республиках Средней Азии, Закавказья, Северного Кавказа, в Восточном Казахстане, Прикарпатье, Крыму, на Кольском полуострове, Урале, юге Западной Сибири, в Восточной Сибири, на Дальнем Востоке. Около 20% территории страны (рис. 27) находится в лавиноопасных районах (20, 32). В Киргизской ССР они занимают 42,3% территории, в Грузинской ССР — 69, в Армянской ССР — 58, в Дагестанской АССР — 52, в Азербайджанской ССР — 38% (8, 12). В горах Большого Кавказа лавины имеют широкое распространение и охватывают более 11 800 км² (32). Лавиноопасная зона простирается широкой полосой по обе стороны Главного Кавказского хребта (54). В Казахстане 95 тыс. км² горных территорий — от Алтая до Тянь-Шаня — подвержены лавинной опасности (2). По данным И. В. Северского (38), ежегодно в наиболее освоенных бассейнах горных рек Заилийского Алатау (Малой и Большой Алмаатинок, Тургеня, Иссыка, Талгара и др.) наблюдаются массовые сходы снежных лавин, которые заваливают дороги и русла рек, угрожают спортивным сооружениям, домам отдыха, объектам народного хозяйства. Более 50% всех лавин достигают дна и боковых долин и представляют угрозу для населения и объектов народного хозяйства. Зоны лавинообразования и потенциальной лавинной опасности в Киргизской ССР, республиках Закавказья и в Дагестанской АССР показаны на рис. 28, 29.

Лавины образуются при достаточном снегонакоплении на безлесных склонах крутизной 15° и более.



Рис. 27. Районы лавинообразования и потенциальной лавинной опасности (по Г. К. Гушилскому)

При уклонах более 50° снег ссыпается к подножью склона и лавины не возникают (38). Оптимальные условия для возникновения лавин складываются на заснеженных склонах крутизной от 30 до 40° . Именно такие уклоны наиболее характерны. На таких склонах лавины сходят тогда, когда слой свежеснег выпавшего снега достигает 30 см, а для формирования лавин из старого (лежалого) снега необходим снежный покров мощностью 70 см. Считается, что ровный травянистый склон крутизной более 20° лавиноопасен, если высота снега на нем превышает 30 см. С увеличением крутизны склонов возрастает вероятность образования лавин. С возрастанием шероховатости подстилающей поверхности увеличивается минимальная высота снега, при которой возможно образование лавин. Кустарниковая растительность не является препятствием для схода снежных лавин (2). При крутизне склона 45 — 50° лавина сходит после каждого снегопада (14).

Классическим условием образования снежной лавины, т. е. для того, чтобы она могла начать двигаться и набрать определенную скорость, длина открытого склона гор, как отмечает В. Ф. Перов, должна быть от 100 до 500 м (32), а большинство исследователей считают, что не менее 300 м. Под открытым склоном здесь понимаются луговые и слабозакустаренные поверхности на склонах круче 30° . Однако бывают и исключе-

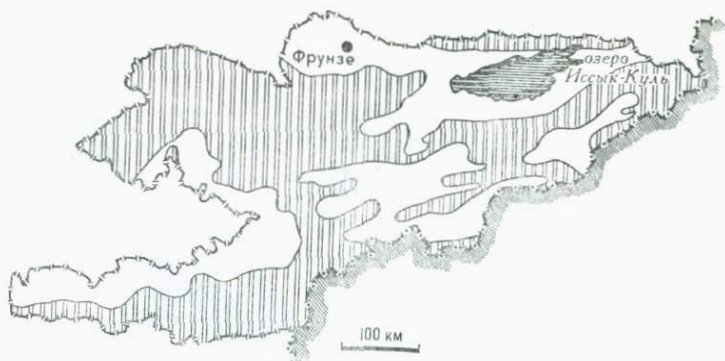


Рис. 28. Распространение лавин в Киргизии (по Н. В. Максимову)



Рис. 29. Распространение лавин в республиках Закавказья и Дагестанской АССР (по В. Ш. Цомае и К. Л. Абдушелишвили)

ния. Например, в 1976 г. в некоторых районах Кавказа образовался настолько мощный снежный покров, что на крутых залесенных склонах появилась возможность лавинообразования поверх леса, лавинами были уничтожены большие лесные массивы на склонах, которые специалисты уверенно относили раньше к категории нелавинноопасных. Своеобразным исключением является и Сахалин, где в результате муссонного кли-

мата интенсивность выпадения снега чрезмерно высока и для образования лавин достаточно иметь гораздо меньшую длину «пробега», чем 300 м (38).

В высотном отношении в Средней Азии зафиксирована следующая закономерность схода снежных лавин (23): абсолютная высота 2800—3800 м — сходят лавины несколько раз в году; 2000—2800 м — ежегодно или почти ежегодно; 1400—2000 м — не ежегодно; 1250—1400 м — очень редко.

Нижняя граница схода лавин в Средней Азии варьирует в следующих пределах (см. табл. 7.2).

Несколько иная картина наблюдается на Кавказе. По данным многочисленных наблюдений и дешифрирования аэрофотоснимков, нижняя граница известных мест схода лавин проходит на северном склоне Большого Кавказа на высотах 700—1400 м в западной части, 1600—1700 м — в центральной, 470—600 м — во внешнем Дагестане, 1000—1500 м — во внутреннем Дагестане. На южном склоне Главного Кавказского хребта в западной части лавины опускаются до 50 м над уровнем моря, к востоку нижняя граница лавиноопасной зоны постепенно повышается до 1160 м, а затем в пределах Азербайджана вновь понижается до 518 м. Приведенные отметки носят динамичный харак-

Таблица 7.2

Пункт наблюдений	Частота схода лавин			
	Редко		Часто	
	Абсолютная высота, м	Водозапас, мм	Абсолютная высота, м	Водозапас, мм

I. Открытая местность

Чадак	1 800	90	2 500	200
Падшаата	1 600	100	1 800	140
Наутарзин	1 300	90	1 600	140
Ахангаран	1 250	80	2 700	530
Балларек	1 250	100	1 600	120
Чирчик	950	90	1 250	240
Чаткал	900	800	1 400	1 700

II. Межгорные котловины и замкнутые долины

Талас	2 650	50	3 100	60
Гавасай	1 600	40	2 700	250
Афлатун	1 300	70	1 800	120
Чичкан	1 300	50	1 600	110

тер, т. е. со временем они меняются, а в некоторых случаях лавины сходят начиная с высот 100—150 м (12). Например, считалось, что в Баксанском ущелье лавины образуются на высоте 2800 м над уровнем моря, где кончались леса и начинались альпийские луга. Под действием лавин высота верхней границы леса в этом районе может понижаться еще на 700 м, так как в результате схода лавин, как было указано выше, уже уничтожено около 20% горных лесов (13).

В зависимости от типа лавиноопасной зоны и высоты местности площади нелавиноопасной территории изменяются в существенных пределах, что хорошо видно на рис. 30. На рисунке показано изменение площади нелавиноопасной территории с ростом высоты местности на северном склоне Большого Кавказа. Из рисунка следует, что с ростом высоты площадь нелавиноопасной территории повсеместно уменьшается, на высоте 3000—3500 м над уровнем моря она минимальна и не превышает 25—28%. В высотном поясе 1500—2000 м поражаемая лавинами площадь наибольшая на Западном Кавказе — 5,3%, наименьшая — на Восточном Кавказе — 2,6%. Начиная от высотного пояса 2000—2500 м, площадь нелавиноопасной части территории уменьшается почти линейно, и с учетом площадей, на которых разрушения возможны и воздушной волной лавин, она не превышает 15—20% на высоте 3500—3600 м. Таким образом, площадь, пригодная для практических целей, с ростом высоты местности на Большом Кавказе хотя и закономерно уменьшается, однако почти повсеместно существуют нелавиноопасные участки, пригодные для хозяйственного освоения без каких-либо дополнительных затрат на противолавинные мероприятия (50).

Совершенно иная картина наблюдается на Сахалине. Здесь лавинная деятельность охватывает все высотные зоны — от уровня моря до горных вершин. Относительная высота падения лавин в среднем составляет 100—200 м и не превышает 700—800 м. Известен случай, когда лавина опрокинула лесовоз. В другой раз на юго-западном побережье острова лавиной был выброшен в море дом, где находился железнодорожный пост. Сходя с такой высоты, лавины вызывают частые перерывы в движении поездов на Южно-Сахалинской железной дороге (22).

Наука о лавинах относительно еще молода. Поэто-

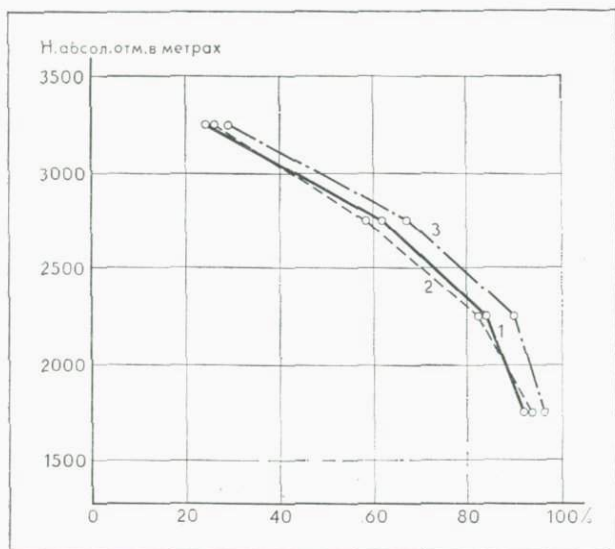


Рис. 30. Зависимость нелавинноопасной территории от высоты местности (по М. Ч. Залиханову и Л. А. Акаевой)

1 — Западный Кавказ; 2 — Центральный Кавказ; 3 — Восточный Кавказ

му не все критерии имеют четкие разграничения. Различаются два основных типа лавин (38).

Лавины метелевого типа образуются после сильных снежных метелей в горах. Например, в районах Ала-Бель и Тюз-Ашу (Тянь-Шань) за 1965—1977 гг. было зарегистрировано 185 метелей, из них привели к сходу лавин 60 метелей (31). В Хибинах 80% лавин связано с метелевым переносом снега (20).

Лавины свежеснежного типа. Одним из главных факторов, обуславливающих сход снежных лавин свежеснежного типа, является интенсивный прирост снега и перегрузка склонов. Наибольшую повторяемость снежных лавин имеют снегопады, дающие прирост снега 10 см за сутки и более. Наблюдения 1959—1976 гг. в горах Тянь-Шаня показали, что свежеснежный снег в 130 из 281 случая привел к сходу лавин. Лавины такого типа преобладают в районах южного пояса Кавказа, Средней Азии и Восточного Казахстана (31).

По характеру движения лавины делятся на склоновые (осовы), лотковые и прыгающие (2). Склоновые лавины образуются на широких плоских склонах, имеющих форму воронки. Если на пути лавины встречается уступ, то она может пролететь по воздуху; такие лавины называются прыгающими. Лавины, движущиеся по определенному руслу (желобу), называются лотковыми.

Лавины делятся на два класса — систематические и спорадические. Систематические лавины сходят каждый год или один раз в 2—3 года. Трудно определить место схода спорадических лавин, которые сходят 1—2 раза в 100 лет и даже реже. Известно много случаев, когда в Швейцарии и на Кавказе селения, существовавшие 200—300 лет, были погребены спорадическими лавинами, хотя схода лавин в этих районах раньше не наблюдалось (14). Например, лавина, вызвавшая разрушения зимой 1954 г. в районе станции Пасанаури (12). По свидетельству старожилов, лавины в этой местности раньше не наблюдались. Между тем это вполне закономерно. Деревья на склоне укрепились, росли в течение 200—300 лет, соответственно и лавины не могли образоваться. Переспелый лес, если его не разрабатывать, постепенно гибнет, а подрост под пологом такого леса, способного выдержать давление снега, не бывает. Отсюда и появляются спорадические лавины. Чтобы избежать их, леса следует разрабатывать в спелом возрасте.

Систематические лавины сходят в некоторых районах один раз в 3—5 лет или от 2 до 13 раз в год. Например, в Байдарском ущелье зимой 1962/63 г. сход лавин наблюдался 13 раз (12).

Наблюдения за лавинами и дендрохронологические данные на Алтае показывают (35), что существует ритмичность лавинной деятельности с периодами в 3, 11 и 50—60 лет, однако совпадения этих ритмов в разных районах пока не наблюдается. Напротив, периоды активизации лавинной деятельности в одних районах горного края являются периодом ее ослабления в других. Например, на дереве, росшем с 1814 по 1959 г., в интервале 1914—1925 гг. сход лавин не отмечен совсем, с 1926 по 1949 г. опять был перерыв. Повторяемость систематических лавин тесно связана с частотой снегопадов, оттепелей, метелей, выпадением осадков в виде дождя на поверхность снежного покрова.

Таблица 7.3

Годы	Количество лавин				
	Всего	В том числе со склонов разной ориентации, %			
		северо-восток, север, северо-запад	восток	запад	юго-восток, юг, юго-запад
Зайлийский Алатау					
1960—1961	59	76	19	5	—
1961—1962	36	89	8	3	—
1962—1963	47	79	11	10	—
1963—1964	163	58	28	14	—
1964—1965	54	72	22	6	—
1965—1966	120	54	15	24	7
1966—1967	116	72	9	20	—
1960—1967	595	71	16	12	1
Джунгарский Алатау					
1966—1967	112	87	5	4	4
1958—1974	339	71	6	7	16

Представляют определенный интерес результаты наблюдений за сходом лавин со склонов гор разной экспозиции (39) (табл. 7.3).

Анализ табл. 7.3 показывает, что большая часть лавин в Зайлийском и Джунгарском Алатау сходит с северо-восточных, северных и северо-западных склонов гор.

Наряду с лавинами в горах Юго-Восточного Казахстана нередко наблюдается еще одна форма движения значительных по объему и разрушительному эффекту снежных масс — водно-снежные потоки. По характеру аккумуляции снесенного материала они напоминают лавины, однако по составу движущейся массы и динамическим свойствам эти потоки приближаются скорее к селевым. В отличие от лавин водно-снежные потоки — явление сравнительно редкое (39).

О количестве сходимых лавин на Северном Кавказе можно судить по следующим данным (43) (см. табл. 7.4).

Лавины сходят в основном в феврале — апреле, однако время схода в большинстве своем является региональным фактором. В Хибинах лавины сходят с октября по май, на Сахалине сухие — в основном с ян-

Таблица 7.4

Долины рек	Период наблюдений	Количество сошедших лавин	
		всего	в среднем за год
Северный Клухор (бассейн Теберды)	1947—1961	1 078	72
Баксан и Азау	1955—1965	1 368	124
Левый Тентек, Тентек, Ортотентек (бассейн Тентека)	1960—1967	1 092	136

варя по март, мокрые — со второй половины марта по апрель (22). За десятилетний период наблюдений в бассейне Малой Алмаатинки сошло 1498 лавин, и выявилось следующее распределение их по месяцам (в %): ноябрь — 4; декабрь — 4; январь — 23; февраль — 9; март — 39; апрель — 19; май — 2 (38). Продолжительность лавинопасного периода в бассейне Дукат (Киргизия) составляет 80—90 дней (23). Длительность лавиноопасного периода на Кавказе — 8—9 месяцев в году; наиболее благоприятными метеорологическими условиями для схода лавин в Грузии являются февраль, март, апрель (72—75%), а в Балкаро-Дигорском массиве 8—10% лавин сходят в марте, 15% — в апреле (50).

Объем наиболее крупных лавин в районе Западного Тянь-Шаня достигает 6 млн м³, а мощность снежников — 50 м. О масштабе лавинообразования в Зайлийском Алатау можно судить по объему лавины, сошедшей на северном склоне в центральной части, ниже 3200 м, в междуречье Аксай-Турген в 1966 г. При этом лавиной было снесено со склонов более 110 млн м³ снега (в водном эквиваленте), что в 1,5 раза превышает среднемноголетний сток Малой Алмаатинки.

В мае 1970 г. с горы Уаскаран (Перу) сошла мощная лавина объемом 50 млн м³ снега, льда, каменных глыб и глины. Прошла она 15 км со скоростью 320 км в час. Жертвой этой лавины стал город Юнгай, из 20 тыс. жителей которого уцелели лишь несколько сот человек. Это бесспорно катастрофический случай схода лавин.

На Северном Кавказе зарегистрировано около 12 тыс. лавинных очагов, и однажды имел место сход

лавины объемом около 1 млн м³, а суммарный среднегодовой объем завалов превысил 2,4 млн м³ (37). Лавина исключительной мощности, сошедшая 14 февраля 1932 г., уничтожила деревню Арешад в Северной Осети, при этом погибли 112 человек (20).

В Приэльбрусье крупные лавины сошли в зимы 1967/68, 1968/69, 1970/71, 1973/74, 1975/76 гг. За это время было уничтожено 48,8 га соснового леса в возрасте 30—40 лет и старше, с диаметром сосен 80—90 см (21). Лавина, сошедшая в 1966 г. в бассейне р. Хамио на Алтае, уничтожила лес на площади 40 га (38). В 1931 г. в Хибинах при освоении месторождений апатита от одной из крупных лавин погибло около 100 человек (37). С организацией при комбинате «Апатит» противолавинной службы, которая является старейшей в СССР, подобные случаи больше не повторялись.

Лавины Сахалина сравнительно небольшие по своим размерам. Около 50% всех наблюдавшихся лавин имели объем меньше 2 тыс. м³, лавины объемом более 10 тыс. м³ составляют меньше 15% (22). Однако и этого достаточно, чтобы нанести ущерб народному хозяйству. В 1965 г. после открытия санатория «Сахалин» на главный корпус обрушилась лавина объемом 8,5 тыс. м³ и сильно повредила его. В 1969 г. сошла лавина объемом 4,5 тыс. м³ и разрушила спальный корпус санатория. Проблема защиты зданий санатория, расположенного в 30—40 м от основания склона, была решена с помощью строительства инженерных защитных сооружений в виде железобетонной стенки, земляной дамбы, улавливающего рва емкостью 6 тыс. м³ и установки на склоне снегозадерживающих решеток на анкерных стяжках. Заметим, что тщательные инженерно-геологические изыскания и топографическая съемка окружающей территории были произведены после прохождения снежных лавин, т. е. после повреждения здания санатория. Если бы эти работы были проведены до начала проектирования, то местоположение санатория без ущерба для лечащихся можно было бы перенести на 100—150 м дальше и избежать ударов лавин (22).

Лавины, сходящие до марта, небольшие по размерам, и ущерб от них, как правило, незначителен. В марте — апреле лавины сходят чаще, а по объему и силе разрушений они более мощные.

Мокрые лавины состоят из плотного и вязкого (мокрого) снега. Масса каждого кубометра такого снега составляет 400—600 кг. Скорость мокрых лавин колеблется в пределах 10—20 м/с. Мощность потока лавин составляет 10—15 м. Воздушная волна при движении мокрых лавин обычно не образуется. Давление мокрых лавин может достигать 200 т/м². Этого достаточно, чтобы пробить насквозь капитальные здания из камня и бетона. Например, 1 марта 1910 г. в Каскадных горах, в штате Вашингтон, лавина сбросила в ущелье пассажирский поезд. Убытки составили более 1 млн долл., число погибших превысило 100 человек (2).

Скорость крупной сухой лавины достигает 100 м/с. Высокая скорость и большая высота потока создают значительное давление сухих лавин на препятствие, которое составляет от 40 до 100 т/м², но может достигать в отдельных случаях и 200 т/м² (2).

При сходе сухих лавин не меньшую опасность представляет сила воздушной волны. Однажды она перебросила железнодорожный вагон на расстояние 80 м. Воздушная волна лавины № 7 на Кушколе (Северный Кавказ) вторглась в лесную зону и уничтожила тысячи крупных деревьев. Отдельные сосны, сорванные волной, имели возраст 200—250 лет. Расчет показал, что для такого разрушительного эффекта скорость ветра при воздушной волне должна была превышать 80 м/с (37). В 1938 г. в Японии, в местечке Снай-Дани, воздушная волна, образовавшаяся при сходе крупной сухой лавины, сорвала второй этаж деревянного жилого дома, пронесла его по воздуху около 800 м и разбила о скалы вместе с находившимися на этом этаже людьми (2).

Приведем еще один пример. В зоне фронтовой линии 12 и 13 декабря 1916 г. в Альпах прошел сильный снегопад и лавины в течение 48 часов завалили 6 тыс. австрийцев. А всего в 1915—1918 гг. на итальяно-австрийском фронте в Альпах от лавин погибло до 60 тыс. человек, т. е. больше, чем в ходе военных действий на этом же участке (37).

В целом лавины представляют серьезную угрозу для горных лесов, коммуникаций транспорта, энергетики, связи, рудников, производственных зданий и сооружений промышленных предприятий и жилых зданий многих населенных пунктов, туристических баз,

горных санаториев, домов отдыха. В нашей стране известны случаи, когда лавины разрушали полностью поселки, предприятия, опрокидывали поезда и автомашины, делали непроезжими в течение длительного времени многокилометровые участки автомобильных и железных дорог, т. е. приносили существенный ущерб (20).

В определенной мере лавины наносят ущерб и сельскому хозяйству. Они нарушают целостность почвенного и растительного покровов, заваливают камнями и корнями деревьев горные пастбища. Случаи завала горных пастбищ площадью до 60 га наблюдаются часто. Это снижает продуктивность таких пастбищ или полностью исключает их из пастбищеоборота. Более часты случаи завалов скота. Они неоднократно наблюдались в горах Средней Азии и Кавказа (38, 39). Подробные сведения о сошедших лавинах, их параметрах и ущербах приведены в Кадастре лавин СССР (18).

По мере дальнейшего хозяйственного освоения предгорных и горных территорий возрастает нужда в прогнозной информации о масштабах лавин, о дальности выброса снежной массы, о времени и характере их схода. В этом случае кроме прямых измерений необходимы данные о степени лавинной опасности, определенные расчетным способом. Расчеты выполняются с достаточно высокой степенью точности. В последнее время для прогнозирования времени схода лавин все чаще применяется статистический метод, что объясняется наличием в различных регионах страны достаточно полных архивов, позволяющих выбрать необходимую информацию и на этой основе перейти к оценке лавиноопасных ситуаций. Чаще всего архив содержит метеоинформацию о состоянии снежного покрова. Отдельные прогностические схемы включают также данные о морфометрии и морфологии лавинных очагов. Появились работы, использующие для описания лавиноопасных ситуаций синоптические данные (10).

Заметим, что определение безопасных в лавинном отношении участков по имеющимся на местности признакам лавинной деятельности не является точным, так как геоморфологические признаки мест остановки лавин чаще всего указывают лишь на то, что большинство всех сходящих лавин останавливается на данном участке. Как показали исследования, расстояние от

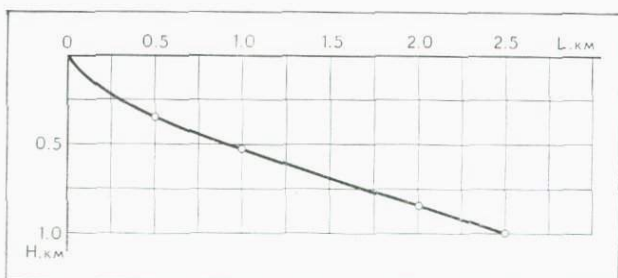


Рис. 31. Зависимость дальности выброса (L) лавины от высоты ее падения (H) (по Ю. Д. Москалеву)

вершины лавиносборов до крупноблочных бордюров, часто сбрасывающих минеральные лавинные конусы, составляет в среднем около 0,7 истинных значений максимальной дальности выброса лавинного снега (10). О дальности выброса снежной массы в зависимости от высоты падения лавины можно судить по рис. 31.

В части прогнозирования лавин не менее интересны результаты сопоставления условий возникновения мокрых лавин в Заилийском и Джунгарском Алатау. Выявилось, что критические параметры их во многом схожи. Очевидно, методика прогнозирования мокрых лавин, разработанная для условий Заилийского Алатау, окажется приемлемой и для Джунгарского Алатау, при производстве стационарных снегометрических наблюдений в зоне 2400—2500 м над уровнем моря на склоновой площадке северной экспозиции в условиях, сходных с Заилийским Алатау (10).

На Сахалине метеорологи стали заниматься прогнозированием схода метелевых лавин из свежеснегавпавшего снега. При этом получены следующие результаты (10) (см. табл. 7.5).

Как следует из таблицы, оправдываемость прогноза схода лавин составляет в среднем 77%. Результат удовлетворительный.

Ущерб, причиняемый массовым сходом лавин, значительно больше стоимости мер, принимаемых для защиты от стихии, поэтому их можно предусмотреть, если вероятность прохождения лавин составляет всего лишь 25% (10).

Таблица 7.5

Показатели	Количество		Оправды- мость про- гнозов, %
	прогнозов	оправдав- шихся слу- чаев	
Общее количество	128	122	95
Сход лавин	26	20	77
Отсутствие схода	102	102	100

В течение многих десятилетий в стране бытовало мнение, что для предупреждения и, возможно, даже для предотвращения ущербов от лавин достаточно организовать службу оповещения, чтобы в местах возможного схода лавин не оказались люди, техника и т. д. Однако в условиях интенсивного освоения горных районов создать только службу оповещения недостаточно.

Выбор того или иного типа защитного сооружения определяется в зависимости от характера склона, по которому сходит лавина (см. рис. 32), от условий строительства, от ожидаемого эффекта защиты, от стоимости и долговечности сооружений (45).

Застройка лавиноопасных склонов противолавинными сооружениями обычно сочетается с лесомелиоративными работами. Опыт альпийских стран показал, что охрана и восстановление лесов — надежные и вместе с тем самые дешевые меры защиты от лавин. Затраты на посадку леса в горах колеблются от 1—2 до 3 тыс. руб. на 1 га. Поэтому в Альпах поврежденный лавинами лес немедленно восстанавливается.

Исключительно большое значение придают в Австрии травосеянию, так как травяной покров не только уменьшает сток вод, но и укрепляет поверхность горных пород. Поэтому австрийцы даже в трудных условиях стремятся сохранить травостой. Для посева трав в труднодоступных условиях применяют гидравлический способ. Вода, удобрения и семена трав вносятся в почву одновременно, затем все закрывается соломой и закрепляется асфальтовой эмульсией. При этом создаются благоприятные условия для всхода и прорастания трав, исключается рассеивание семян трав ветром, наконец, создается необходимый гумусовый слой.

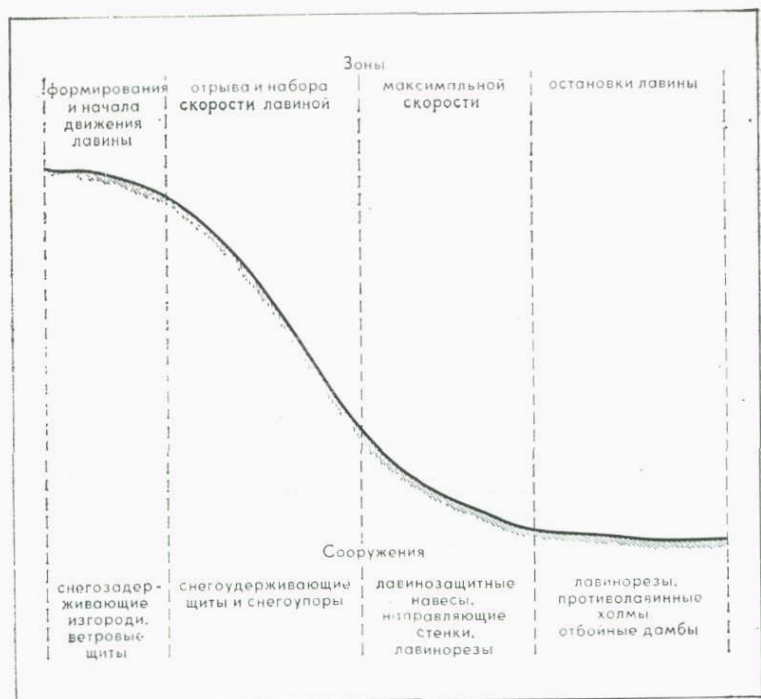


Рис. 32. Типы противолавинных сооружений в зависимости от участка горного склона

Однако следует оговориться, что лесомелиоративные мероприятия и травосеяние не могут полностью исключить инженерные меры.

При восстановлении леса на верхней его границе главным образом используются опорные сооружения, которые строятся в местах образования лавин. Эти объекты будут противостоять движению рыхлого снега. Описание сооружений приведено в рекомендуемой литературе (2, 38, 39, 40).

Застройки опорных сооружений бывают двух типов: рассредоточенная и сплошная. При рассредоточенной опорной застройке используются отдельные сооружения длиной около 4—5 м, которые размещаются по склону в шахматном порядке. Опыт эксплуатации застройки такого типа показал, что, несмотря на ее экономичность, она не всегда выдерживает массу

движущегося снега, поскольку боковые силы, возникающие при движении, могут во много раз превышать фронтальные нагрузки. Так, по данным Национального института исследований снега и лавин Швейцарии, отдельно стоящие опорные сооружения длиной 4 м при высоте снежного покрова 4 м и средних условиях его скольжения могут испытать общую нагрузку примерно 50 т. Поэтому в последнее время стали применять сплошную опорную застройку. При этом сооружения размещаются рядами, с междурядьем 15—20 м, из расчета величины суммарного давления 1,5—4 т на 1 погонный метр в зависимости от конкретных условий, при высоте снежного покрова до 3 м у опорных объектов. Сооружения бывают разных видов. Например, используются снегоудерживающие щиты из металлической или капроновой сетки. Это дорогие, но достаточно эффективные сооружения. Благодаря большому снегонакоплению у этих сооружений сход лавин прекратился, лес стал быстро расти и в будущем защитит рудники и строения от лавин.

Для защиты от лавин отдельно стоящих небольших сооружений — опор высоковольтной линии электропередачи, линии связи — применяются различные отклоняющие сооружения: дамбы или лавинорезы. Чтобы защитить объект от лавин, на выкате строятся холмы и надолбы, разбивающие лавинный поток на отдельные струи. В целях защиты зданий и рудников возводятся капитальные сооружения из бетона и железобетона, насыпные дамбы, способные останавливать лавины.

Сетки из тросов могут служить в первую очередь для защиты дорог и объектов народного хозяйства от небольших лотковых лавин, когда ширина лавинного лотка не превышает 20 м, а скорость при подходе к тросовой сетке равна 15 м/с. Их целесообразно устанавливать там, где строительство иных видов сооружений невозможно, затруднено или экономически неприемлемо. К числу таких мест относятся скальные коридоры, лавинные лотки, в которых высота отложенного снега от периодически сходящих лавин может достигнуть нескольких десятков метров; скалистые ущелья, где отсутствует материал, требующийся для насыпи дамб.

Удар лавины о тросовую сетку отличается от удара о стенку противолавинной дамбы. В первом случае

удар значительно мягче и более продолжительный во времени вследствие упругой деформации тросов и частичного продавливания снега переднего фронта лавины через ячейки сетки при торможении движущейся лавинной массы.

Крепление троса сетки к бортам лавинного лотка производится с помощью металлических или железобетонных свай, которые заливаются бетоном в заранее пробуренные скважины. Заделка свай может производиться также в щели и трещины скал. Иногда строительство тросовых сеток может осложниться тем, что дно лавинного лотка в месте сооружения сетки сложено относительно слабыми породами, а имеющееся оборудование не позволяет бурить скважины до необходимой глубины. В данном случае возможна комбинированная схема противолавинной защиты. Она включает в себя сооружение противолавинных дамб до высоты, на уровне которой на склонах лотка начинаются породы, позволяющие надежно закрепить свай. В этом случае выше дамбы на сваях растягивается тросовая сетка. Опорные столбы можно также устанавливать в теле дамбы. Последний вариант используется и для увеличения высоты ранее построенных противолавинных дамб, если наблюдались случаи перелива снежного потока через дамбы.

При строительстве дорог и объектов народного хозяйства в недостаточно изученных районах возможна расстановка тросовых сеток во всех потенциально лавиноопасных местах. Впоследствии, по мере накопления информации о местах действительной лавинной опасности, ненужная часть сетки демонтируется.

Более крупные объекты могут быть защищены от лавин специальными опорными сооружениями. Такой тип защиты был применен для обеспечения безопасности катка Медео в Заилийском Алатау и рудника «Коксу» в Джунгарском Алатау. Застройка 1 га склона противолавинными опорными сооружениями обходится в 100—200 тыс. руб. В таких условиях подобные затраты вполне оправданны. Автомобильные и железные дороги, пересекающие лавинные лога на крутых склонах, можно защищать с помощью навесов и галерей из железобетона, которые пропускают лавины над дорогой. На строительство 1 км такой галереи затрачивается от 1,5 до 6 млн руб. Подобные сооружения можно видеть на автомобильной магистрали

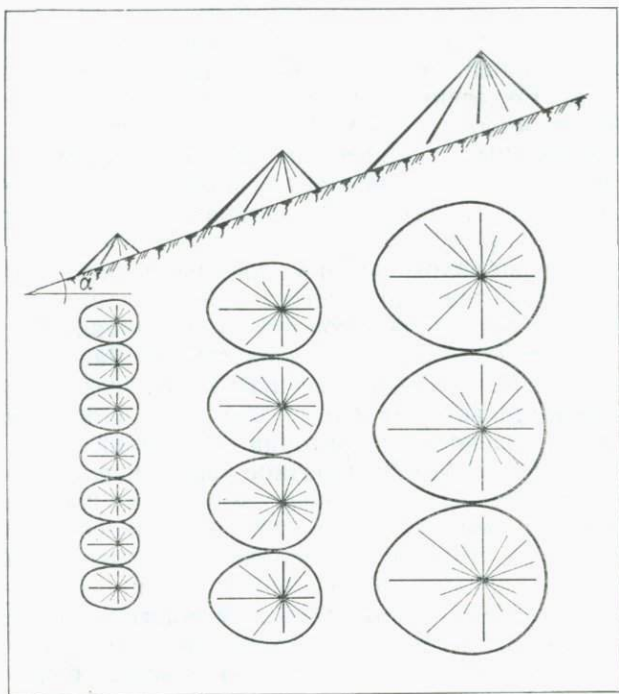


Рис. 33. Конусообразные земляные насыпи для защиты сооружений от лавин

Фрунзе — Ош в районе перевала Тюз-Ашу. Для защиты линейных сооружений от лавин САНИГМИ (10) рекомендует также лавиноостанавливающие сооружения, которые представляют конусообразные насыпи (рис. 33). Эти сооружения, по расчетам специалистов, позволят уменьшить сметную стоимость защищаемых от лавин участков трассы БАМа почти в 50 раз. Такого типа сооружения используются в Австрии с 1949 г., в частности под Инсбруком было сооружено 14 земляных насыпных конусов высотой 3—4 м. В дальнейшем такие же конструкции применялись при защите от лавин трансканадской железной дороги в районе перевала Роджерс. Эксплуатация показала полную надежность построенных сооружений, которые обеспечивают гарантированную защиту объектов (10).

Кроме перечисленных конструкций для защиты объектов народного хозяйства и населенных пунктов

за рубежом (например в Норвегии) в зоне отрыва применяют также снегозадерживающие щиты из алюминия; каждый погонный метр такого щита стоит 450 долл. Отдельные дома и фермы защищаются с помощью простых сооружений типа отражающих стенок, разделительных клиньев и земляных холмов. На участках автомобильных и железных дорог, где невозможно построить туннели, устраиваются лавинозащитные галереи (45).

На основе изложенного можно заключить, что для защиты объектов народного хозяйства и населенных пунктов от селевых потоков и снежных лавин имеются вполне определенные типы сооружений. Расчеты, выполненные И. В. Северским и В. П. Благовещенским (40), свидетельствуют о том, что изменение степени лавинной опасности территории от слабой к умеренной влечет за собой пятикратное увеличение затрат на строительство защитных сооружений и проведение противолавинных мероприятий в лавиносборе, а на территории с максимальной лавинной опасностью затраты увеличиваются более чем в 13 раз.

Строительство сооружений для защиты от селевых потоков и лавин требует вложения значительных государственных средств, и поэтому оно может быть осуществлено только после соответствующего технико-экономического обоснования. В настоящее время можно прогнозировать прохождение селей и лавин относительно редкой повторяемости (один раз в 50—100 лет). По данным прогноза и в соответствии с СН 518—79 (16) и СН 517—80 (15) можно проектировать защитные сооружения. На основе прогнозных параметров селей, лавин и ущербов от них можно прогнозировать возможные ущербы как для существующих, так и для проектируемых объектов народного хозяйства.

В практике проектирования противоселевых и противолавинных сооружений предполагаются следующие объекты для защиты: населенные пункты, промышленные здания и сооружения, горные предприятия, ирригационные системы, дороги (автомобильные, железные, канатные и др.), линии связи и энергопередачи, горные туристские базы, дома отдыха и др.

На практике возможны следующие случаи.

1. Объект народного хозяйства построен без защитных сооружений. Возникает вопрос: защитить этот

объект строительством ИЗС или перенести его, если это возможно, на новое место?

2. Объект народного хозяйства предполагается построить в регионе проявления селей и лавин. Необходимо решить вопрос: построить его в зоне возникновения лавин или селей с соответствующими ИЗС или, если это возможно, вне зоны возникновения лавин или селей?

В реальных условиях такие варианты возможных решений поставленных задач возникают довольно часто.

Необходимо заметить, что сравнение вариантов возможно только при соблюдении условий сопоставимости, т. е. производственная мощность предприятий (пропускная способность транспортных коммуникаций) в сравниваемых вариантах должна быть одинаковой. Если это невозможно, то расчеты должны производиться на единицу производственной мощности (пропускной способности). В соответствии с изложенными вариантами задач ниже приведены методы экономического их обоснования.

Целесообразность защиты существующих объектов народного хозяйства строительством ИЗС определяется по следующему уравнению:

$$\begin{aligned} E_n(O_n + K) + C_n + C + Y_{30} &\leq \\ &\leq E_n K_{нв} + C_{нв} + C_{днв} + Y_{зв}, \end{aligned} \quad (7.1)$$

где E_n — нормативный коэффициент сравнительной экономической эффективности, принимаемый, согласно «Типовой методике» (48), равным 0,12; O_n — балансовая стоимость существующих объектов народного хозяйства, которые находятся в зоне защиты от селей и лавин, ко времени завершения строительства защитных сооружений; K — капитальные вложения в строительство сооружений и осуществление мероприятий для защиты объектов народного хозяйства от селей и лавин; $K_{нв}$ — капитальные вложения в строительство объектов народного хозяйства на новом месте в случае отказа от защиты существующих объектов от воздействия селей и лавин; C_n и $C_{нв}$ — амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт действующих и проектируемых объектов народного хозяйства; C — эксплуатационные затраты и амортизационные отчисления, связанные со строительством ИЗС и меро-

приятными, предназначенными для защиты от селей и лавин; $C_{\text{днв}}$ — дополнительные издержки в связи со строительством на новом месте объектов народного хозяйства (дополнительные транспортные расходы и др.); $У_{\text{зв}}$ и $У_{\text{зо}}$ — ущерб сельскохозяйственному производству от изъятия земель сельскохозяйственного назначения под строительство соответственно объектов народного хозяйства на новом месте, защитных сооружений и осуществление мероприятий в зоне действия селей и лавин. Величины $У_{\text{зв}}$ и $У_{\text{зо}}$ определяются по формулам, приведенным в главе 6.

Если изложенное в уравнении соотношение не соблюдается, то объекты народного хозяйства целесообразно возвести вновь вне зоны влияния селевых (лавиновых) явлений. В случае соблюдения соотношения в формуле (7.1) коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений в строительство сооружений и осуществление мероприятий для защиты от селей и лавин следует определять по формуле (3.8).

При строительстве объектов народного хозяйства на новом месте определяется коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений на их строительство ($\mathcal{E}_{\text{нн}}$):

$$\mathcal{E}_{\text{нн}} = (\Pi_{\text{нн}} - C_{\text{днв}} - У_{\text{зв}}) : (K_{\text{нв}} + O_{\text{нл}}), \quad (7.2)$$

где $\Pi_{\text{нн}}$ — прибыль, которую предполагается получить на вновь строящихся объектах народного хозяйства; $O_{\text{нл}}$ — балансовая стоимость основных фондов существующих объектов народного хозяйства ко времени завершения строительства объекта народного хозяйства на новом месте.

Целесообразность защиты земель сельскохозяйственного назначения от селевых потоков рассчитывается по следующей формуле:

$$E_{\text{н}}(O_{\text{з}} + K) + C + У_{\text{зо}} \leq E_{\text{н}}K_{\text{з}} + C_{\text{з}}, \quad (7.3)$$

где $O_{\text{з}}$ — цена земель сельскохозяйственного назначения, которые могут быть потеряны в результате завала грязе-каменной массой селевых потоков; $K_{\text{з}}$ — капитальные вложения на освоение новых земель взамен тех, которые могут быть потеряны в результате завала грязе-каменной массой селевых потоков; $C_{\text{з}}$ — экс-

плуатационные затраты и амортизационные отчисления на землях, которые будут освоены для возмещения потерь. Остальные индексы объяснены в формуле (7.1).

Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений на защиту земель сельскохозяйственного назначения от селевых потоков в случае соблюдения соотношения формулы (7.3) определяется по формуле (3.1).

Целесообразность защиты существующих объектов народного хозяйства и сельскохозяйственных угодий проверяется по формуле:

$$\begin{aligned} E_n(O_n + O_z + K) + C_n + C + Y_{zo} &\leq \\ &\leq E_n(K_z + K_{нв}) + C_z + C_{нв} + C_{днв} + Y_{зв}. \end{aligned} \quad (7.4)$$

Объяснение индексов приведено выше.

Коэффициент общей экономической эффективности капитальных вложений на защиту от селевых потоков и лавин существующих объектов народного хозяйства и сельскохозяйственных угодий в случае соблюдения соотношения формулы (7.4) определяется по формуле (3.31).

Целесообразность строительства новых объектов народного хозяйства в зоне проявления селей и лавин с применением соответствующей защиты определяется по следующей формуле:

$$\begin{aligned} E_n(K + K_{но}) + C + C_{но} + Y_{zo} &\leq \\ &\leq E_n K_{нв} + C_{нв} + C_{днв} + Y_{зв}, \end{aligned} \quad (7.5)$$

где $K_{но}$ — капитальные вложения в строительство объектов народного хозяйства в зоне проявления селей и лавин; $C_{но}$ — амортизационные отчисления и затраты на текущий ремонт по объектам народного хозяйства, построенным в зоне проявления селей и лавин. Объяснения к остальным индексам приведены выше и в формуле 7.1.

В районах, подверженных образованию селевых потоков и лавин, нормальное функционирование объектов народного хозяйства невозможно без селе- и лавинозащитных сооружений. Поэтому с полным основанием можно допустить, что защитные сооружения участвуют в образовании продукции так же, как и другие основные фонды объектов народного хозяйства. Отсюда коэффициент общей экономической эффектив-

ности капитальных вложений в строительство новых объектов народного хозяйства и защитных сооружений от селей и лавин определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_\pi = (\Pi_{\text{пн}} + \Delta\Pi_{\text{пн}} - C) : (K_{\text{но}} + K), \quad (7.6)$$

где $\Pi_{\text{пн}}$ — прибыль объектов народного хозяйства, проектируемых в селевой (лавиной) зоне; $\Delta\Pi_{\text{пн}}$ — дополнительный эффект, который может быть достигнут в результате инженерной защиты вновь строящихся объектов народного хозяйства.

Дополнительный эффект ($\Delta\Pi_{\text{пн}}$) складывается из суммы косвенного экономического ущерба, социального и экологического ущербов, которые будут предотвращены в результате одновременного строительства как объектов народного хозяйства, так и инженерных защитных сооружений. Если имеющаяся информация по селям и лавинам по данному району или по соседним аналогичным районам позволяет прогнозировать возможный ущерб, то последний определяется по формулам, приведенным в главе 3. Однако в ряде случаев из-за недостаточной, а порой и некачественной информации о селях и лавинах и ущербах от них определить величину $\Delta\Pi_{\text{пн}}$ не удастся. В дальнейшем, по мере накопления информации о селях и лавинах, об ущербах от них, несомненно, будут разработаны методические положения по проведению исследований и информационной обеспеченности для вновь проектируемых объектов народного хозяйства с инженерной защитой от селей (лавин). Величину $\Delta\Pi_{\text{пн}}$ рекомендуется учитывать как коэффициент в пределах 1,35—1,40. В этой связи при определении общей экономической эффективности в формуле (7.6) величину $\Pi_{\text{пн}}$ следует умножить на приведенный коэффициент.

8

Наступление на стихию

Охрана природы, в том числе и борьба с такими стихийными явлениями, как водная эрозия, наводнения, оползни, сели и лавины, рассматривается в нашей

стране как важнейшая государственная задача. Таким образом, средства, необходимые на выполнение работ по защите земель и объектов народного хозяйства от указанных стихийных явлений, предусматриваются в государственных планах экономического и социального развития страны. В разделе «Охрана окружающей среды, рациональное использование природных ресурсов» «Основных направлений экономического и социального развития СССР на 1986—1990 годы и на период до 2000 года» сказано: «Обеспечить рациональное использование земель, защиту их от ветровой и водной эрозии, селей, оползней, подтопления, заболачивания, иссушения и засоления» (Материалы XXVII съезда КПСС. С. 316).

Долгие годы бытовало мнение (7): чтобы избежать ущербов от снежных лавин, достаточно наладить за ними наблюдения и службу оповещения. Действительно, при налаженной системе службы наблюдения и оповещения довольно часто можно избежать катастроф. Однако для защиты объектов народного хозяйства и культуры одного оповещения недостаточно, необходимы еще активные меры защиты от лавин, не допускающие перерывов в движении транспорта, в работе предприятий. Автомобильные и железные дороги, пересекающие лавинные лога на крутых склонах, можно защищать только с помощью навесов и галерей, которые пропускают лавины над дорогой. Такие сооружения можно видеть на автодороге Фрунзе—Ош в районе перевала Тюз-Ашу. Для обеспечения безопасности зоны катка Медео в Заилийском Алатау и рудника «Коксу» в Джунгарском Алатау построены противолавинные щиты. В лавиноопасных районах с более пологими склонами рекомендуется строить насыпные конусы из грунта. Имеется опыт восстановления леса в очагах лавинообразования в горных зонах Средней Азии и Северного Кавказа; тем самым полностью или частично исключается одно из условий для образования снежных лавин.

В части осуществления противоселевых сооружений большой опыт накоплен в Казахской ССР (12). Осуществлены мероприятия по защите от селевой опасности Алма-Аты. С этой целью была надстроена каменно-набросная плотина в ущелье Медео. Высота ее доведена до 150 м. Чаша этого уникального сооружения теперь может принять 12,6 млн м³ селевой мас-

сы — в 3 раза больше объема селя 1973 г. Вдоль всего русла Малой Алмаатинки вплоть до ледниковых озер — очагов селеформирования — проложена дорога и сооружен водопропускной канал, обеспечивающий регулирование уровня озер, с тем чтобы исключить образование прорывных гляциальных селей. Если, однако, принятые меры окажутся недостаточными и селя все же сформируется, ему будет противостоять плотина высотой 17 м, которая возводится в настоящее время в створе Мынжилки. Ее назначение — аккумулировать при прохождении потока воду и моренный материал.

Крупным противоселевым сооружением явилась 40-метровая ячеистая железобетонная плотина на Большой Алмаатинке. Строится плотина на р. Иссык для восстановления уникального творения природы — озера Иссык, уничтоженного катастрофическим селом 1963 г. Сооружение сквозного типа поднялось в створе разрушенной селом скально-обвальной перемычки; оно рассчитано на задержание селевых выносов выше озера. После выполнения всех намеченных работ озеро Иссык вновь станет местом отдыха жителей Алматы (12).

В республике организована служба Казглавселезащита, в составе которой созданы бассейновые эксплуатационные управления, куда входят службы предупреждения, контролируемые состояние селеопасных рек. Так, например, на Большой и Малой Алмаатинке установлены приборы, автоматически выдающие предупреждение о возникновении и движении селевых потоков.

Ближайшая задача Казглавселезащиты состоит в том, чтобы довести до конца начатые сооружения и полностью завершить комплекс селезащиты Алматы. В республике разработана схема противоселевых мероприятий Джунгарского Алатау, в которой определены объем защитных мероприятий, объем и стоимость работ и очередность осуществления основных противоселевых работ. Аналогичные схемы противоселевых сооружений и мероприятий разработаны в Армянской ССР; они охватывают площадь 1,7 тыс. км². Ведется строительство противоселевых сооружений для защиты Еревана, орошаемых земель Араратской долины.

Город Андижан неоднократно подвергался действию селевых потоков (11). В этой связи запроектирован и построен комплекс противоселевых сооружений. Противоселевая система № 1 построена и защищает юго-западную часть города от селей, формирующихся на южных склонах адыра Беш-Буз. В состав системы № 1 входят 42 селехранилища, из них четыре крупных в больших логах адыра и 38 средних и мелких на всех остальных селевых руслах. В четырех крупных селехранилищах предусмотрено повторное регулирование и перерегулирование. Противоселевая система № 2 охватывает 13 км² водосборной площади в восточной части адыра Беш-Буз и предохраняет каналы Хакан и Андижанский от поступления селей, которые угрожают восточной части города. Система состоит из десяти селехранилищ объемом 50—100 тыс. м³, имеющих самостоятельные сбросы в отводящий тракт протяженностью около 5 км. Система № 3 аккумулирует селевые потоки с водосборной площади 40 км², расположенной на западном и южном склонах Харабского адыра. В системе запроектировано 16 селехранилищ, два из которых имеют емкость более 100 тыс. м³. Система № 4 располагается у подножий северо-западных склонов Зауракского адыра и защищает канал Катартал и земельные угодья Андижанской области. В 1972 г. система № 1 прошла испытания, в результате селевые потоки были аккумулированы в селехранилищах. В целом в Андижанской области насчитывается более 60 селехранилищ, в Наманганской — восемь, в Ферганской — четыре, в Бухарской — три, в Ташкентской — десять.

Противоселевые сооружения — селеспуски, быстротоки, барражи, селенаправляющие стены, селехранилища — построены вдоль Закавказской железной дороги. Для выявления эффективности их работы ведутся систематические наблюдения. Определенный опыт строительства противоселевых сооружений накоплен и на Северном Кавказе.

Известно, что в ряде бассейнов горных рек твердую составляющую селевых потоков составляет водная эрозия. В этой связи в Узбекистане были проведены исследования по борьбе с водной эрозией. Бесперспективно, как отмечает Ю. Булулуков (1), создавать насаждения на каменистых склонах на отдельных площадках, так как при этом в год посадки погибает до

80% растений. В то же время на террасах приживаемость растений к концу года бывает не ниже 75% и наблюдается дальнейший удовлетворительный их рост. Противоэрозионные насаждения по террасам на склонах обеспечивают регулирование водного режима, а простейшие гидротехнические сооружения в русле задерживают наносы, в которых формируется плодородный слой. Так осуществляется комплексная мелиорация селевых бассейнов и предотвращаются сели. На осуществление такого рода мероприятий было израсходовано около 20 тыс. руб. на 1 км² защищаемой территории, в том числе половина этой суммы пошла на закладку виноградников и уход за ними. Если для защиты от селей были бы построены инженерные сооружения (селесбросы, селехранилища и др.), то в этом случае потребовалось бы на 1 км² защищаемой площади израсходовать около 80 тыс. руб. Приведем сравнительные результаты выполненных работ.

1. Склон на 80% покрыт противоэрозионными насаждениями, и в устье ручья построена насыпная плотина с шахтным водосбросом. Если за сутки выпадает 70 мм осадков (повторяемость один раз в 10 лет), расход воды в русле ручья достигнет 9 л/с при мутности 0,169 г/л.

2. Склоны в результате бессистемного выпаса скота сильно вытоптаны, почвы сильно смыты, растительность уничтожена. Для борьбы с селевыми потоками в устье селевого русла сооружена плотина-запруда высотой 8 м. При ливнях с интенсивностью 0,3—0,92 мм/мин и суммарным количеством осадков от 11 до 23 мм расход воды в русле достигнет 889 л/с при мутности 19,8 г/л.

Таким образом, в борьбе с селевыми потоками при совмещении лесомелиоративных и гидротехнических противоселевых мероприятий можно добиться значительно больших результатов, чем при использовании только гидротехнических сооружений.

В ряде районов страны для ликвидации негативных последствий оползней выполнен большой объем работ и достигнуты некоторые успехи. Разработаны генеральные схемы противооползневых мероприятий для черноморского побережья Грузии, Российской Федерации и Украины (6).

По состоянию на конец 1976 г. на протяжении 17 км Южного берега Крыма были выполнены берего-

защитные и противооползневые работы. Построены буны, волноломы, стены, искусственные пляжи, проведены лесомелиоративные и другие работы. Для строительства были привлечены значительные финансовые и материально-технические ресурсы. Достаточно отметить, что защита каждого километра берега моря обходится в среднем от 2,5 до 5 млн руб. Меры предупреждения оползней сочетаются здесь с инженерными противооползневыми мероприятиями. В Крыму для закрепления оползней антропогенного происхождения на дорогах применяются буронабивные сваи. Работы, проведенные в 1968—1976 гг., позволили стабилизировать этим способом оползни глубиной 10—20 м на 20 участках дорог.

Значительные по масштабам работы выполняются с 1964 г. на одесском побережье (6). Комплексные противооползневые мероприятия выполняются там в несколько очередей. Первая очередь — на участке от Ланжерона до Аркадии — протяженностью 6,4 км завершена. Выполнены также работы второй очереди — от Аркадии до мыса Большой Фонтан. Одесса имеет также положительный опыт осуществления так называемых пассивных противооползневых мероприятий в районе старого порта, где в результате строительства мола, гаваней, пирсов, набережной, жилых кварталов, складов в нижней прибрежной части склона достигнута относительная стабилизация оползневого склона, так как основание склона было пригружено массой насыпи, зданиями и сооружениями. Кроме того, была ослаблена или полностью устранена абразия берега. Опыт Одессы бесспорно заслуживает внимания.

Больше всего накоплено опыта по защите от оползневых смещений в городском строительстве. В частности, разработаны генеральные схемы противооползневых мероприятий Киева, Ульяновска, Волгограда и некоторых городов в Прибалтике. Достигнуты успехи в результате стабилизации оползневых склонов в Киеве, Москве, Ульяновске, Горьком, Одессе, в городах Крыма, Черноморского побережья Кавказа и во многих других городах страны. Практику совмещения строительства с противооползневыми мероприятиями следует шире внедрять.

Заметим, что ПНИИСом Госстроя СССР выполнены работы по изучению эффективности противооползневых мероприятий на примере Крыма и Кавка-

за и разработаны рекомендации по совершенствованию инженерно-геологических изысканий, мер предупреждения и борьбы с оползнями (13).

На оползнеопасных склонах вдоль трасс автомобильных и железных дорог, так же как и в городах, построены подпорные стенки. Имеется также опыт сельскохозяйственного освоения участков, которые были подвергнуты оползневым смещениям. Например, в опытном хозяйстве «Дурлешты» Молдавского НИИ почвоведения и агрохимии имени Н. А. Димо на оползнеопасных склонах на площади 20 га посажены сады и виноградники с одновременным проведением работ по борьбе с оползнями (10). Значительный опыт стабилизации оползневых участков накоплен на железных и автомобильных дорогах Северного Кавказа и Закавказья.

Заслуживает внимания опыт борьбы с оползнями, образовавшимися в результате инфильтрации вод ирригационных каналов и переувлажнения склоновых земель. В Яванском районе Курган-Тюбинской области на берегу оврага Меркесу, имеющего глубину от 30 до 38 м, ширину от 96 до 134 м и отвесные склоны, из-за поднятия грунтовых вод в 1981 г. произошли крупные оползни. На прилегающей к оврагу территории были выявлены трещины длиной 20—30 м и глубиной 1,5—2,0 м, была сделана пригрузка грунтом нижней части оползневого склона на протяжении 300 м и выполаживание откосов до 8—10°. С этой целью срезали грунт с противоположного откоса оврага и засыпали русло. Пригрузка грунтом позволила стабилизировать тело оползня (14).

Значительный опыт накоплен в стране в части защиты земель как от плоскостной, так и от овражной (линейной) эрозии. Ниже изложен опыт борьбы с эрозией.

Норинская овражно-балочная система расположена в центральной части Овручского района Житомирской области (15).

В результате внедрения комплекса противоэрозионных мероприятий на Норинской овражно-балочной системе достигнуто следующее: предотвращена ежегодная потеря пахотных земель; защищено около 14 тыс. га земель, в том числе 9,4 тыс. га сельскохозяйственных угодий и индивидуальных огородов, от разрушения водной эрозией; закреплено и облесено

1633 оврага площадью 3288 га; смыв почвы на защищенных участках уменьшился с 44 до 5 м³/га в год; прекратился рост оврагов и разрушение земель; значительно повысилась урожайность культур.

Имеется опыт ликвидации оврагов при ирригационной эрозии в предгорной зоне Таджикистана. Как отмечает А. Е. Сафронов (14), в колхозе имени Жданова Гиссарского района на участке Мор-Тева из-за неупорядоченного сброса поливных вод образовались овраги, глубина которых местами доходила до 19 м, ширина — до 150 м, форма оврагов корытообразная. Площадь заовраженной территории — 44,74 га, под угрозой дальнейшего оврагообразования находились 70 га орошаемой пашни. На этом участке в 1981—1983 гг. была произведена полная засыпка оврагов грунтом с прилегающих площадей.

Активная борьба с наводнениями в нашей стране началась в 30-е годы, когда были построены верхневолжские водохранилища. Великая Отечественная война прервала эти работы. Борьба с наводнениями в речных бассейнах особенно широко развернулась в послевоенный период. Для того чтобы полнее представить масштабы наступления на речные наводнения и планы борьбы с ними в Советском Союзе, совершим мысленное путешествие по тем его районам и рекам, где водная стихия наиболее часто наносила и наносит ущерб народному хозяйству.

После постройки каскада из семи гидроузлов угроза наводнений на Волге от Дубны до Астрахани значительно снижена. Уменьшилась она и на Каме с созданием двух гидроузлов. Именно там, где размещены гидроузлы, выше и ниже их по течению, в недавнем прошлом наводнения на Волге и Каме отличались огромной разрушительной силой. После создания водохранилищ на притоках Москвы — Наре, Рузе, Истре, частичного восстановления лесов в ее бассейне, упорядочения русла реки и реконструкции Москворецкой водной системы значительно уменьшилась опасность высоких наводнений в Москве. Астрахань до постройки Волгоградского гидроузла не спасали от высоких волжских наводнений ни система земляных валов и дамб, со всех сторон окружавших город, ни прорезающие его разгрузочные каналы. С вводом же в эксплуатацию Волгоградского водохранилища угроза наводнений в городе со стороны Волги оказалась практиче-

ски устраненной. В связи с вводом Волгоградского водохранилища существенно упростилась проблема защиты Волго-Ахтубинской поймы — плодороднейших земель низовий Волги. Со строительством гидроузлов на Верхней Волге, Каме и их притоках будет полностью решена проблема защиты городов и земель, расположенных в бассейнах этих рек (3).

С постройкой Цимлянского гидроузла, водохранилище которого позволяет осуществлять многолетнее регулирование Дона, снизилась угроза высоких наводнений на Нижнем Дону. Для поддержания судоходных глубин и улучшения водозабора в оросительные системы ниже Цимлянского гидроузла будет построен ряд подпорных гидроузлов. На притоках Дона построены также и другие гидроузлы: Воронежский, Печенежский, Краснооскольский (3).

Активная борьба с днепровскими наводнениями началась в основном в послевоенные годы, и в настоящее время на этой реке функционируют пять гидроузлов. Однако от истоков до впадения Припяти Днепр остается опасной рекой. Поэтому в его верховьях и на притоках еще предстоит провести значительные работы по инженерной защите от наводнений, а также мероприятия по снижению половодий и паводков. Одним из крупных гидроузлов для борьбы с наводнениями в бассейне Днепра явится Владимирское водохранилище на Десне.

Для защиты земель и населенных пунктов в бассейне Днестра построены и строятся гидроузлы комплексного назначения как на самой реке, так и на ее притоках. В связи с завершением строительства гидроузла Костешти — Стынка в комплексе с дамбами обвалования решена в основном проблема борьбы с паводками на Пруте.

Главными реками Северного Кавказа являются Кубань, Терек и Сулак. После строительства Краснодарского водохранилища на Кубани и дамб обвалования вдоль ее берегов проблема защиты земель и населенных пунктов низовьев Кубани потеряла свою остроту. Со строительством водохранилища в ее верховьях и на притоках будет полностью решена проблема борьбы с наводнениями в бассейне Кубани. Терек, как известно, несет огромное количество наносов, которые по существу осаждаются только в низовьях реки, в результате чего, по данным Лаборатории рус-

ловых процессов МГУ, дно реки за каждые 100 лет поднимается на один метр, а горизонт воды при минимальных расходах в реке находится на 4—4,5 м выше прилегающих земель. После строительства Прохладненского водохранилища острота проблемы борьбы с наводнениями в низовьях Терека несколько снизится, однако по-прежнему эта проблема будет решаться путем поднятия высоты существующих защитных дамб и строительства наливных водохранилищ в низовье. Со строительством каскада водохранилищ решена проблема борьбы с паводками на Сулаке.

Основными реками, которые наносили своими паводками существенный ущерб народному хозяйству Закавказья, и прежде всего сельскому хозяйству, являются Кура и Аракс. После строительства Мингечаурского водохранилища на Куре и Араксинского — на Араксе и гидроузлов на притоках Куры острота борьбы с наводнениями в Закавказье снята.

На главных реках Средней Азии — Амударье и Сырдарье — проблема борьбы с наводнениями решена с помощью строительства крупных водохранилищ многолетнего и сезонного регулирования, отвода значительного количества вод в крупные оросительные каналы, путем обвалования.

Примеры положительного решения проблемы защиты земель и объектов народного хозяйства от стихийных явлений можно было бы продолжить. Однако, несмотря на значительные успехи в борьбе с водной эрозией, наводнениями, селевыми потоками, лавинами, оползнями, еще предстоят большие работы по обузданию стихий. Гораздо больших успехов можно добиться, если вопросы планирования и проектирования защитных мероприятий от стихийных явлений решать в едином органе управления и по единой схеме мероприятий.

Литература

Введение

- ¹ Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.
- ² Материалы XXVII съезда КПСС. М., 1986. С. 316.
- ³ Правда. 1985. 4 июля.

Глава 1. Стихийные явления в природе

- ¹ Благовещенский В. П. Снежные лавины Казахстана. Алма-Ата, 1981.
- ² Болт Б. А. и др. Геологические стихии. М., 1978.
- ³ Борьба с оползнями, обвалами и размывами на железных дорогах Кавказа. М., 1961.
- ⁴ Великий Г. Г. К вопросу о влиянии инженерных сооружений на развитие оползней. Львов, 1959.
- ⁵ Вернадский В. И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., 1965.
- ⁶ Вопросы изучения оползней и факторов, их вызывающих// Труды ВСЕГИНГЕО. 1970. Вып. 29.
- ⁷ Вопросы изучения селей//Труды КазНИГМИ. 1969.
- ⁸ Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976. Вып. 1, 2.
- ⁹ Геологические факторы формирования оползней и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976.
- ¹⁰ Гинько С. С. Катастрофы на берегах рек. Л., 1977.
- ¹¹ Гляциология горных областей. Л., 1977. Вып. 53(134).
- ¹² Капиев Г. С. Сели и селезащита в Дагестане. Махачкала, 1969.
- ¹³ Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М., 1978.
- ¹⁴ Лавины Сахалина и Курильских островов. Л., 1971.
- ¹⁵ Лапердин В. К., Тржцинский Ю. Б. Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна. Новосибирск, 1977.
- ¹⁶ Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней. Душанбе, 1970.
- ¹⁷ Материалы V Закавказской научной конференции по изучению снежного покрова, снежных лавин и ледников Кавказа//Труды ЗакНИГМИ. 1974. Вып. 58(64).
- ¹⁸ Материалы совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. Киев, 1964.
- ¹⁹ Менглибаев М. М. и др. Формирование склоновых процессов и связь их с сейсмичностью. Ташкент, 1984.
- ²⁰ Наводнения и борьба с ними. М., 1982.
- ²¹ Ниязов Р. А. Оползни в лёссовидных породах. Ташкент, 1974.

- ²² Ниязов Р. А. Формирование крупных оползней Средней Азии. Ташкент, 1982.
- ²³ Оползни и борьба с ними. Кишинев, 1974.
- ²⁴ Оползни Молдавии и охрана окружающей среды. Кишинев, 1983.
- ²⁵ Оползни и сели. М., 1982.
- ²⁶ Оползни и сели. М., 1984. Т. 1, 2.
- ²⁷ Орлов С., Устинова Т. Оползни Молдавии. Кишинев, 1969.
- ²⁸ Перов В. Ф. Стихийно-разрушительные процессы в горах. М., 1976.
- ²⁹ Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата, 1979; 1981; 1984.
- ³⁰ XV Всесоюзная научно-техническая конференция по противоселевым мероприятиям. М., 1978. Вып. 1—3.
- ³¹ Ревякин В. С., Кравцова В. И. Снежный покров и лавины Алтая. Томск, 1977.
- ³² Сафонов А. Е. Борьба с оврагами в Таджикистане//Земледеле. 1986. № 3.
- ³³ Северский И. В. Лавины — грозная стихия гор. Алма-Ата, 1980.
- ³⁴ Северский И. В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. Алма-Ата, 1978.
- ³⁵ Северский И. В., Благовещенский В. П. Оценка лавинной опасности горной территории. Алма-Ата, 1983.
- ³⁶ Селевые потоки//Труды КазНИГМИ. 1976. Сб. 1.
- ³⁷ Сели в СССР и меры борьбы с ними. М., 1964, 1984.
- ³⁸ Тржцинский Ю. Б. и др. Оползни, сели, термокарст в Восточной Сибири и их инженерно-геологическое значение. М., 1969.
- ³⁹ Укромление селей. Алма-Ата, 1983.
- ⁴⁰ Шарабаев В. А., Ашуров С. А. Обуздание селевых потоков. Душанбе, 1972.
- ⁴¹ XVI Всесоюзная научно-техническая конференция по методам расчета и прогноза селевых потоков. М., 1981.
- ⁴² Эрозийные и селевые процессы и борьба с ними//Труды ВНИИГиМ. 1973. Вып. 2; 1974. Вып. 3.

Глава 2. Человек и стихия

- ¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 20. С. 495—496.
- ² Там же. С. 496.
- ³ Абитов Т. Предотвратить ирригационную эрозию//Сельское хозяйство Киргизии. 1985. № 10.
- ⁴ Агибалова В. В. Сели в Северной Осетии. Орджоникидзе, 1983.
- ⁵ Благовещенский В. П. Снежные лавины Казахстана. Алма-Ата, 1981.
- ⁶ Бульчев В. В. и др. Разработка железных руд открытым способом. Свердловск; Москва, 1953.
- ⁷ Великий Г. Г. К вопросу о влиянии инженерных сооружений на развитие оползней. Львов, 1959.
- ⁸ Власов В. П. и др. Лес и снежные лавины. М., 1984.
- ⁹ Водная эрозия почв и борьба с ней. М., 1977.
- ¹⁰ Водохранилища и землетрясения//Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1972. № 8.

- ¹¹ Вопросы прогнозирования оползневых и эрозийных процессов//Труды ВСЕГИНГЕО. 1978. Вып. 119.
- ¹² Восстановление и повышение плодородия земель техногенных ландшафтов (на примере КМА)//Труды ВСХИ. 1982. Т. 119.
- ¹³ Географические основы природопользования в Узбекской ССР. Ташкент, 1983.
- ¹⁴ Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков и вопросы их оценки М., 1976. Вып. 1, 2.
- ¹⁵ Геологические факторы формирования оползней и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976.
- ¹⁶ Гидрология горных рек, селей и лавин//Труды ЗакНИГМИ. 1977. Вып. 48(54).
- ¹⁷ Гинько С. С. Катастрофы на берегах рек. Л., 1977.
- ¹⁸ Двинских С. А. и др. Влияние водохранилища на окружающую среду. Пермь, 1981.
- ¹⁹ Демин А. М. Устойчивость открытых горных выработок и отвалов. М., 1973.
- ²⁰ Демьянович Н. И. Прогноз оползней на Ангарских водохранилищах. Новосибирск, 1976.
- ²¹ Залиханов М. Ч. Снежно-лавиновый режим и перспективы освоения гор Кабардино-Балкарии. Нальчик, 1971.
- ²² Ковалев А. М. Влияние рекреационных нагрузок на защитные свойства сосновых насаждений//Лесное хозяйство. 1986. № 12.
- ²³ Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М., 1978.
- ²⁴ Кочерга Ф. А. Селевые потоки и борьба с ними. Ташкент, 1968.
- ²⁵ Кюнтцель В. В. Закономерность оползневого процесса на европейской территории СССР. М., 1980.
- ²⁶ Лавины Сахалина и Курильских островов. Л., 1971.
- ²⁷ Лес и охрана природы. Тарту, 1983.
- ²⁸ Максимов Н. В. и др. Лавиноопасные районы Киргизии. Фрунзе, 1975.
- ²⁹ Материалы второй региональной конференции «Антропогенные ландшафты ЦЧО и прилегающих территорий». Воронеж, 1975.
- ³⁰ Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней. Душанбе, 1970.
- ³¹ Материалы V Закавказской научной конференции по изучению снежного покрова, снежных лавин и ледников Кавказа//Труды ЗакНИГМИ. 1974. Вып. 58(64).
- ³² Материалы совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. Киев, 1964.
- ³³ Мельников Н. В. Будущие горные разработки//Рациональное использование земной коры. Материалы науч. совещ. М., 1974.
- ³⁴ Менглибаев М. М. и др. Формирование склоновых процессов и связь их с сейсмичностью. Ташкент, 1984.
- ³⁵ Миронова Е. А. Овражность территории СССР//Геоморфология. 1971. № 3.
- ³⁶ Никитин Д. П., Новиков Ю. В. Окружающая среда и человек. М., 1980.
- ³⁷ Николаев Н. И. Водоохранилища и землетрясения//Изв. АН СССР. Сер. Физика Земли. 1972. № 8.
- ³⁸ Ниязов Р. А. Оползни в лёссовидных породах. Ташкент, 1974.

- ³⁹ Ниязов Р. А. Формирование крупных оползней Средней Азии. Ташкент, 1982.
- ⁴⁰ Овражная эрозия в СССР и пути ее преодоления//Вестн. МГУ. Сер. География. 1957. Вып. 4.
- ⁴¹ Оползни и борьба с ними. Кишинев, 1974.
- ⁴² Оползни Молдавии и охрана окружающей среды. Кишинев, 1983.
- ⁴³ Оползни и сели. М., 1982.
- ⁴⁴ Патрон П. и др. Орошение и гумус//Сельское хозяйство Молдавии. 1984. № 11.
- ⁴⁵ Перов В. Ф. Стихийно-разрушительные процессы в горах. М., 1976.
- ⁴⁶ Правда. 1986. 16 июля.
- ⁴⁷ Проблемы лёссовосстановления в горных лесах. М., 1984.
- ⁴⁸ Проблемы охраны и рационального использования природных ресурсов. Л., 1976.
- ⁴⁹ Проблемы Полесья. Минск, 1984. № 9.
- ⁵⁰ Рельеф и хозяйственная деятельность. М.; Алма-Ата, 1982.
- ⁵¹ Северский И. В. Лавины — грозная сила гор. Алма-Ата, 1980.
- ⁵² Селеопасные районы СССР. М., 1976.
- ⁵³ Сели в СССР и меры борьбы с ними. М., 1964, 1984.
- ⁵⁴ Современное экзогенное рельефообразование, его изучение и прогноз. М., 1984.
- ⁵⁵ Стойко С. М., Третьяк П. Р. Природа — стихия — человек. Львов, 1983.
- ⁵⁶ Фисенко Г. Л. Устойчивость бортов карьеров и отвалов. М., 1965.
- ⁵⁷ Шадунц К. Ш. Оползни-потоки. М., 1983.
- ⁵⁸ Шеко А. И. О цикличности проявления оползневых процессов на северо-западном побережье Черного моря//Проблемы и методы инженерно-геологических исследований. М., 1974.
- ⁵⁹ XVI Всесоюзная научно-техническая конференция по методам расчета и прогноза селевых потоков. Л., 1981.
- ⁶⁰ Эрозионные и оползневые процессы на территории Молдавии. Кишинев, 1978.
- ⁶¹ Эрозионные и селевые процессы и борьба с ними. Тбилиси, 1978. Вып. 6; 1980. Вып. 7.
- ⁶² Bedient P. B., Springer N. K. Effect of rainfall timing on design Floods. Civ. Eng. Des. 1979.1.4.
- ⁶³ Curtis W. R. Strip—mining increases flood potential of mountain watersheds. Transit Urbana. 1972.
- ⁶⁴ Lyons Y. K., Beschta R. L. Landuse, flood and changes: upper middle fort Willameette River. Origin. Water. Resuz. Res. 1983.19.2.
- ⁶⁵ Rahall wants flood-strip mine study. Coal Age. 1979.84.11.
- ⁶⁶ Swanson F. I., Dyrness C. T. Impact clearcutting and construction on soil erosion by landslides in the Western Cascade Range. Origin. Geology. 1975.3.7.

Глава 3. Ущерб, затраты и эффект защиты от стихийных явлений

¹ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 25. Ч. II. С. 337.

² Там же. С. 203.

- ³ Там же. С. 183.
- ⁴ Маркс К., Энгельс Ф. Соч. Т. 25. Ч. I. С. 205.
- ⁵ Ленин В. И. Полн. собр. соч. Т. 19. С. 327.
- ⁶ Алексеев Н. А. Методика определения экономической эффективности капитальных вложений в противопаводковые и противоселевые гидротехнические сооружения//Гидротехника и мелиорация. 1975. № 8.
- ⁷ Алексеев Н. А. Распределение затрат между компонентами водохозяйственного комплекса//Труды В/О «Союзводпроект». 1981. Вып. 55.
- ⁸ Алексеев Н. А. Ущерб от паводков и методика его определения//Труды В/О «Союзводпроект». 1977. Вып. 2(47).
- ⁹ Алексеев Н. А. Экономическое обоснование защиты объектов народного хозяйства от стихийного воздействия//Гидротехника и мелиорация. 1986. № 5.
- ¹⁰ Алексеев Н. А. Экономическое обоснование защиты земель от воздействия стихийных явлений//Вестн. сельскохозяйственной науки. 1986. № 6.
- ¹¹ Арешидзе Г. М. Оползни Грузинской ССР. Тбилиси, 1980.
- ¹² Борьба с оползнями, обвалами и размывами на железных дорогах Кавказа. М., 1961.
- ¹³ Временная типовая методика определения экономической эффективности осуществления природоохранных мероприятий и оценки экономического ущерба, причиняемого народному хозяйству загрязнением окружающей среды. М., 1983.
- ¹⁴ Временные рекомендации по определению уровня урожайности и размера производства сельскохозяйственной продукции по годам освоения мелиорированных земель до получения проектных показателей. М., 1980.
- ¹⁵ Гайдамака Е. И. Возможности улучшения использования земель//Плановое хозяйство. 1981. № 5.
- ¹⁶ Гангардт Г., Попова О. Методы борьбы с наводнениями на территории СССР. М., 1971.
- ¹⁷ Гангардт Г., Попова О. Методы борьбы с наводнениями на территории СССР//Труды Гидропроекта. 1976. Вып. 53.
- ¹⁸ Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976. Вып. 1, 2.
- ¹⁹ Гинько С. С. Катастрофы на берегах рек. Л., 1977.
- ²⁰ Гляциология горных областей. Л., 1977. Вып. 53(134).
- ²¹ Горбунов Н. И. и др. Рекультивация природных ресурсов и охрана окружающей среды//Почвоведение. 1976. № 1.
- ²² Дранников А. М. и др. Оползни на автомобильных дорогах. М., 1972.
- ²³ Зак А. И. Гидрологические условия формирования селевых потоков на реках Армянской ССР и методика прогноза селевых периодов//Труды ЗапНИГМИ. 1974. Вып. 56(62).
- ²⁴ Заславский М. П. Эрозиоведение. М., 1983.
- ²⁵ Земляницкий А. Т. Почвенные образования на каналах у Петрова вала в Камышинском районе//Почвоведение. 1949. № 5.
- ²⁶ Изучение и охрана редких и исчезающих видов животных, фауны СССР. М., 1985.
- ²⁷ Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ. М., 1972.

- ²⁸ Иогансон В. Е. Об ущербе от селей и стоимости противо-селевых мероприятий//Докл. X Всесоюз. конф. по селевым потокам, горным и русловым процессам. Ереван, 1968.
- ²⁹ Кадастр лавин СССР. Европейская часть. Л., 1984.
- ³⁰ Лойтер М. Н. Природные ресурсы и эффективность капитальных вложений. М., 1974.
- ³¹ Максимов Н. В. и др. Лавиноопасные районы Киргизии. Фрунзе, 1975.
- ³² Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней. Душанбе, 1970.
- ³³ Мелиорация земель в зоне влияния равнинных водохранилищ//Труды ВАСХНИЛ. 1974.
- ³⁴ Менглибаев М. М. и др. Формирование склоновых процессов и связь их с сейсмичностью. Ташкент, 1984.
- ³⁵ Методика по оперативному установлению абсолютного прямого ущерба, наносимого наводнениями. Л., 1974.
- ³⁶ Методические указания по экономической оценке лесов. М., 1980.
- ³⁷ Монокрович Э. И. Гидрометеорологическая информация в народном хозяйстве. Л., 1980.
- ³⁸ Ниязов Р. А. Формирование крупных оползней Средней Азии. Ташкент, 1982.
- ³⁹ Оползни и борьба с ними. Кишинев, 1974.
- ⁴⁰ Оползни и сели. М., 1984. Т. 1, 2.
- ⁴¹ Орлов С., Устинова Т. Оползни Молдавии. Кишинев, 1969.
- ⁴² Остроумов В. А. Об интенсивности гумусообразования на территории юго-западной части Бие-Чумышской лесостепи//Изв. Алтайского отделения ГО СССР. Барнаул, 1965. Вып. 5.
- ⁴³ Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата, 1979, 1981, 1984.
- ⁴⁴ Проблемы рационального природопользования в Восточной Сибири//Тез. докл. Ин-та географии СО АН СССР. 1984.
- ⁴⁵ XV Всесоюзная научно-техническая конференция по противоселевым мероприятиям//Тез. докл. ЦБНТИ. М., 1978. Вып. 1—3.
- ⁴⁶ Рупрехт Ф. И. Геоботанические исследования о черноземе. Записки Академии наук. Приложение к т. X. СПб., 1866. № 6.
- ⁴⁷ Северский И. В. Лавины — грозная стихия гор. Алма-Ата, 1980.
- ⁴⁸ Северский И. В., Благовещенский В. П. Оценка лавинной опасности горной территории. Алма-Ата, 1983.
- ⁴⁹ Селеопасные районы СССР. М., 1976.
- ⁵⁰ Совершенствование мер борьбы с водной эрозией. Курск, 1977.
- ⁵¹ Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М., 1978.
- ⁵² Сувак П., Федоров В. Мелиорация и защита почв от эрозии//Сельское хозяйство Молдавии. 1984. № 11.
- ⁵³ Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1980.
- ⁵⁴ Труды координационных совещаний по гидротехнике. Л., 1970. Вып. 59; 1973. Вып. 83.
- ⁵⁵ Туркевич И. В. Кадастровая оценка лесов. М., 1977.
- ⁵⁶ Физика снега, лавины, сели. М., 1984. Вып. 54.
- ⁵⁷ Флейшман С. М. Сгли. Л., 1978.
- ⁵⁸ Шарабаев В. А., Ашуров С. А. Обуздание селевых потоков. Душанбе, 1972.

⁵⁹ Экономическая оценка ущерба, причиняемого лесам атмосферными загрязнениями. Ворошиловград, 1978.

⁶⁰ Экономические проблемы рационального природопользования и охраны окружающей среды. М., 1982.

⁶¹ Яковлев И. Расчет потерь сельскохозяйственной продукции на эродированных землях//Сельское хозяйство Молдавии. 1970. № 1.

Глава 4. Эрозия — ржавчина полей

¹ Брауде И. Д. Эрозия почв, засуха и борьба с ними в ЦЧО. М., 1965.

² Вопросы экономического планирования и производства в новых условиях. Воронеж, 1972.

³ Временные нормативы прибавок урожая важнейших сельскохозяйственных культур на полях, защищенных лесными полосами, в сравнении с открытыми полями. М., 1975.

⁴ Грызов Е. В., Крикун Л. С. Определение площади возможного отчуждения земель при эрозии//Гидротехника и мелиорация. 1975. № 2.

⁵ Дубров В. И., Чмелева М. Ф. Об экономической эффективности противоэрозионных мероприятий в садах и виноградниках//Садоводство, виноградарство и виноделие Молдавии. 1973. № 8.

⁶ Закономерности проявления эрозионных и русловых процессов в различных природных условиях. М., 1976.

⁷ Заславский М. П. Эрозиоведение. М., 1983.

⁸ Звонков В. В. Водная и ветровая эрозия земли. М., 1962.

⁹ Здоровцев И. П. Применение графоаналитического метода при размещении линейных элементов в севооборотах//Эрозия почв и почвозащитное земледелие. М., 1975.

¹⁰ Калиниченко Н. П. Организация и технология работ по защите почв от водной эрозии. М., 1978.

¹¹ Комлев А. А. Экономика противоэрозионной мелиорации. М., 1970.

¹² Косова Б. Ф. Овражная эрозия в СССР и пути ее преодоления//Вестн. МГУ. Сер. географ. 1957. № 4.

¹³ Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М., 1978.

¹⁴ Медведев Н. В., Майоров Ю. В. Об экономической эффективности противоэрозионных сооружений//Гидротехника и мелиорация. 1977. № 8.

¹⁵ Методика определения экономической эффективности мелиоративных и противоэрозионных мероприятий. Кишинев, 1969.

¹⁶ Миронова Е. А. Овражность территории СССР//Геоморфология. 1971. № 3.

¹⁷ Мирцхулава Ц. Е. Инженерные методы оценки эрозионной устойчивости и интенсивности эрозии//Докл. X Всесоюз. конф. по селевым потокам и горным русловым процессам. Ереван, 1968.

¹⁸ Павенский С. Т. Экономическая эффективность освоения склоновых земель Молдавии. Кишинев, 1972.

¹⁹ Рельеф и хозяйственная деятельность. М., 1982.

²⁰ Сенкевич А. А. Эффективность капитальных вложений по мероприятиям по борьбе с эрозией почв. Сталинград, 1960.

²¹ Соболев С. С. Защита почв от эрозии. М., 1961.

²² Современное экзогенное рельефообразование, его изучение и прогноз. М., 1984.

²³ Тезисы докладов VII делегатского съезда Всесоюзного общества почвоведов. Ташкент, 1985.

²⁴ Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1980.

²⁵ Шамшин А. Эффективность мер борьбы с эрозией почв// Экономика сельского хозяйства. 1963. № 12.

Глава 5. Наводнения — трагедия жителей речных долин

¹ Вопросы водохозяйственного строительства. Минск, 1970.

² Гангардт Г., Попова О. Методы борьбы с наводнениями на территории СССР. М., 1971.

³ Гангардт Г., Попова О. Методы борьбы с наводнениями на территории СССР//Труды Гидропроекта. М., 1976. Вып. 53.

⁴ Гинько С. С. Катастрофы на берегах рек. Л., 1977.

⁵ Инструкция по определению экономической эффективности капитальных вложений в орошение и осушение земель и обводнение пастбищ. М., 1972.

⁶ Коробченко А. А., Матвеев В. С. Зейское водохранилище и борьба с наводнениями в Приамурье. Хабаровск, 1973.

⁷ Методика по оперативному установлению абсолютного прямого ущерба, наносимого наводнениями. Л., 1974.

⁸ Наводнения и борьба с ними. М., 1982.

⁹ Наводнения на Дальнем Востоке и меры борьбы с ними. Владивосток, 1972.

¹⁰ Наводнения и защита от них. М., 1968.

¹¹ Строительные нормы и правила. СН и П. II 50—74. Гидротехнические сооружения речные. Основные положения проектирования. М., 1974.

¹² Тезисы докладов Всесоюзного научно-технического совещания по проблеме комплексного использования водных ресурсов. Минск, 1975.

¹³ Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1980.

¹⁴ Труды координационных совещаний по гидротехнике. Л., 1970. Вып. 59; 1973. Вып. 83.

¹⁵ Филлипова Ю. Н. Методика по оперативному установлению абсолютного прямого ущерба, наносимого наводнениями предприятиям, организациям, учреждениям и личной собственности граждан. Л., 1974.

¹⁶ Черненко В. Г. Ущерб от наводнений на Дальнем Востоке//Труды ВНИИГ. Л., 1969. Вып. 69.

Глава 6. Оползни — одна из древнейших проблем человечества

¹ Арешидзе Г. М. Оползни Грузинской ССР. Тбилиси, 1980.

² Билеуш А. И. Защита территории Украинской ССР от оползневых процессов. Киев, 1983.

³ Борьба с оползнями, обвалами и размывами на железных дорогах Кавказа. М., 1961.

⁴ Вопросы прогнозирования оползневых и эрозионных процессов//Труды ВСЕГИНГЕО. 1978. Вып. 119.

⁵ Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976. Вып. 1, 2.

⁶ Геологические факторы формирования оползней и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976.

⁷ Гулакян К. А. и др. Прогнозирование оползневых процессов. М., 1977.

⁸ Дранников А. М. и др. Оползни на автомобильных дорогах. М., 1972.

⁹ Емельянова Е. П. Основные закономерности оползневых процессов. М., 1972.

¹⁰ Инструкция по проектированию и строительству противооползневых и противообвальных защитных сооружений. СН 519—79/Госстрой СССР. М., 1981.

¹¹ Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М., 1978.

¹² Кюнтцель В. В. Закономерность оползневого процесса на европейской территории СССР. М., 1980.

¹³ Лапердин В. В., Тржцинский Ю. Б. Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна. Новосибирск, 1977.

¹⁴ Марш Г. Человек и природа или влияние человека на изменение физико-географических условий природы. СПб, 1866. IX.

¹⁵ Материалы второй региональной конференции «Антропогенные ландшафты ЦЧО и прилегающих территорий». Воронеж, 1975.

¹⁶ Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней. Душанбе, 1970.

¹⁷ Материалы совещания по вопросам изучения оползней и мер борьбы с ними. Киев, 1964.

¹⁸ Менглибаев М. М. и др. Формирование склоновых процессов и связь их с сейсмичностью. Ташкент, 1984.

¹⁹ Методы инженерных изысканий для мелиоративного строительства в аридной зоне. Душанбе, 1981.

²⁰ Ниязов Р. А. Оползни в лёссовидных породах. Ташкент, 1974.

²¹ Ниязов Р. А. Формирование крупных оползней Средней Азии. Ташкент, 1982.

²² Оползни в Азербайджанской ССР и принципы борьбы с ними. Баку, 1984.

²³ Оползни и борьба с ними. Кишинев, 1974.

²⁴ Оползни и борьба с ними (рефераты докладов). Кишинев, 1972.

²⁵ Оползни и сели. М., 1982.

²⁶ Оползни черноморского побережья Украины. М., 1977.

²⁷ Орлов С., Устинова Т. Оползни Молдавии. Кишинев, 1969.

²⁸ Природная среда и территориальная организация хозяйства в районах агропромышленного комплекса. Кишинев, 1982.

²⁹ Проблемы геохимии. Ереван, 1983.

³⁰ Рекомендации по количественной оценке устойчивости оползневых склонов. М., 1984.

³¹ Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям в оползневых районах. М., 1969.

³² Строительная климатология и геофизика. СН и П. 2.01—82/Госстрой СССР. М., 1983.

- ³³ Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1980.
- ³⁴ *Тржцинский Ю. Б. и др.* Оползни, сели, термокарст в Восточной Сибири и их инженерно-геологическое значение. М., 1969.
- ³⁵ *Шадунц К. Ш.* Оползни-потоки. М., 1983.
- ³⁶ *Шеко А. И.* О цикличности проявления оползневых процессов на северо-западном побережье Черного моря//Проблемы и методы инженерно-геологических исследований. М., 1976. Вып. 76.

Глава 7. Сели и лавины — грозная стихия гор

- ¹ *Агибалова В. В.* Сели в Северной Осетии. Орджоникидзе, 1983.
- ² *Благовещенский В. П.* Снежные лавины Казахстана. Алма-Ата, 1981.
- ³ *Гагошидзе М. С.* Селевые явления и борьба с ними. Тбилиси, 1970.
- ⁴ Геологические закономерности развития оползней, обвалов и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976. Вып. 1, 2.
- ⁵ Геологические факторы формирования оползней и селевых потоков и вопросы их оценки. М., 1976.
- ⁶ Гидрологические и гидротехнические основы проектирования противоселевых сооружений.//Труды ЗакНИГМИ. 1972. Вып. 40(46).
- ⁷ Гидрологические условия формирования селевых потоков на реках Армянской ССР и методика прогноза селевых периодов//Труды ЗакНИГМИ. 1974. Вып. 56(62).
- ⁸ Гидрология горных рек, селей и лавин//Труды ЗакНИГМИ. 1977. Вып. 48(54).
- ⁹ *Гинько С. С.* Катастрофы на берегах рек. Л., 1977.
- ¹⁰ Гляциология горных областей. М., 1980. Вып. 78(159); 1983. Вып. 91(172); Вып. 99(180).
- ¹¹ Гляциология горных областей. Л., 1977. Вып. 53(134).
- ¹² Жидкий и твердый сток, снежные лавины, селевые потоки в Закавказье//Труды ЗакНИГМИ. 1968. Вып. 30(36).
- ¹³ *Залиханов М. Ч.* Снежно-лавиновый режим и перспективы освоения гор Кабардино-Балкарии. Нальчик, 1971.
- ¹⁴ *Залиханов М. Ч.* Снежные лавины и перспективы освоения гор Северной Осетии. Орджоникидзе, 1974.
- ¹⁵ Инструкция по проектированию и строительству противолавинных защитных сооружений. СН 517—80/Госстрой СССР. М., 1980.
- ¹⁶ Инструкция по проектированию и строительству противоселевых защитных сооружений. СН 518—79/Госстрой СССР. М., 1979.
- ¹⁷ *Иогансон В. Е.* Об ущербе от селей и стоимость противопоселевых мероприятий//Докл. X Всесоюз. конф. по селевым потокам и горным русловым процессам. Ереван, 1968.
- ¹⁸ Кадастр лавин СССР. Европейская часть. Л., 1984.
- ¹⁹ *Кочерга Ф. А.* Селевые потоки и борьба с ними. Ташкент, 1968.
- ²⁰ Лавиноопасные районы Советского Союза. М., 1970.
- ²¹ Лавины Приэльбрусья. М., 1980.
- ²² Лавины Сахалина и Курильских островов. Л., 1971.
- ²³ Лавины Средней Азии. Л., 1969. Вып. 48(63).

- ²⁴ Лапердин В. К., Тржцинский Ю. В. Экзогенные геологические процессы и сели Восточного Саяна. Новосибирск, 1977.
- ²⁵ Максимов Н. В. и др. Лавиноопасные районы Киргизии. Фрунзе, 1975.
- ²⁶ Материалы наблюдений за лавинами в городах Северного Кавказа. Ростов н/Д, 1971.
- ²⁷ Материалы научно-технического совещания по вопросам методики изучения и прогноза селей, обвалов и оползней. Душанбе, 1970.
- ²⁸ Материалы V Закавказской научной конференции по изучению снежного покрова, снежных лавин и ледников Кавказа//Труды ЗакНИГМИ. 1974. Вып. 58(64).
- ²⁹ Наводнения и борьба с ними. М., 1982.
- ³⁰ Оползни и сели. М., 1984. Т. 1, 2.
- ³¹ Особенности и методика расчета гидрометеорологических элементов Киргизии и их прогноз. Фрунзе, 1983.
- ³² Перов В. Ф. Стихийно-разрушительные процессы в горах. М., 1976.
- ³³ Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата, 1979, 1981, 1984.
- ³⁴ XV Всесоюзная научно-техническая конференция по противоселевым мероприятиям. М., 1978. Вып. 1—3.
- ³⁵ Ревякин В. С., Крайцова В. И. Снежный покров и лавины Алтая. Томск, 1977.
- ³⁶ Режим ледников и снежных лавин Казахстана. Алма-Ата, 1979.
- ³⁷ Санин В. Белое проклятие//Звезда. 1984. № 5.
- ³⁸ Северский И. В. Лавины — грозная стихия гор. Алма-Ата, 1980.
- ³⁹ Северский И. В. Снежные лавины Заилийского и Джунгарского Алатау. Алма-Ата, 1978.
- ⁴⁰ Северский И. В., Благовещенский В. П. Оценка лавинной опасности горной территории. Алма-Ата, 1983.
- ⁴¹ Селевые потоки. М., 1976. Сб. 1.
- ⁴² Селеопасные районы СССР. М., 1976.
- ⁴³ Сели в СССР и меры борьбы с ними. М., 1964, 1984.
- ⁴⁴ Сели Украины. Киев, 1966.
- ⁴⁵ Стихийные бедствия: изучение и методы борьбы. М., 1978.
- ⁴⁶ Строительная климатология и геофизика. СН и П 2.01.01.—82/Госстрой СССР. М., 1983.
- ⁴⁷ Состояние и пути развития научных исследований по селевой проблеме и проектированию противоселевых сооружений. М., 1974.
- ⁴⁸ Типовая методика определения экономической эффективности капитальных вложений. М., 1980.
- ⁴⁹ Указания по расчету характеристик селей при проектировании противоселевых сооружений. Л., 1973.
- ⁵⁰ Физика снега и лавины. М., 1979. Вып. 43; 1981. Вып. 49.
- ⁵¹ Флейшман С. М. Сели. Л., 1978.
- ⁵² Шарабаев В. А., Ашуров С. А. Обуздание селевых потоков. Душанбе, 1972.
- ⁵³ XVI Всесоюзная научно-техническая конференция по методам расчета и прогноза селевых потоков. М., 1981.
- ⁵⁴ Эрозионные и селевые процессы и борьба с ними. М., 1973. Вып. 2; М., 1974. Вып. 3.

Глава 8. Наступления на стихию

¹ Булулуков Ю. Вовлечение неудобных земель в очагах селеобразования//Сельское хозяйство Узбекистана. 1985. № 4.

³ Гинько С. Катастрофы на берегах рек. Л., 1977.

⁴ Залиханов М. Ч. Снежно-лавиновый режим и перспективы освоения гор Кавказно-Балкарии. Нальчик, 1971.

⁶ Котлов Ф. В. Изменение геологической среды под влиянием деятельности человека. М., 1978.

⁷ Лавины Средней Азии//Труды СаНИГМИ. 1969. Вып. 48(63).

⁸ Лукошко Р. Ф., Рутковский П. П. Определение площадей затопления территории в нижних бьефах водохранилищ//Вопросы водохозяйственного строительства. Минск, 1970.

⁹ Ноур Д., Волощук М. Земельное законодательство и почвенные плодородия//Сельское хозяйство Молдавии. 1985. № 3.

¹⁰ Оползни и меры борьбы с ними. Кишинев, 1972.

¹¹ Оползни и сели. М., 1984. Т. 1, 2.

¹² Проблемы противоселевых мероприятий. Алма-Ата, 1979, 1981, 1984.

¹³ Рекомендации по инженерно-геологическим изысканиям в оползневых районах. М., 1969.

¹⁴ Сафонов А. Е. Борьба с оврагами в Таджикистане//Земледельце. 1986. № 3.

¹⁵ Чепков Б. М., Михайлюченко М. Т. Комплекс противоэрозионных мероприятий на Норинской овражно-балочной системе. М., 1983.

Содержание

Введение	3
Глава 1. Стихийные явления в природе	7
Глава 2. Человек и стихия	30
Глава 3. Ущерб, затраты и эффект защиты от стихийных явлений	64
Глава 4. Эрозия — ржавчина полей	116
Глава 5. Наводнения — трагедия жителей речных долин	131
Глава 6. Оползни — одна из древнейших проблем чело- вечества	172
Глава 7. Сели и лавины — грозная сила гор	198
Глава 8. Наступление на стихию	234
Литература	244

Научное издание

Николай Алексеевич Алексеев

СТИХИЙНЫЕ ЯВЛЕНИЯ В ПРИРОДЕ:

проявление, эффективность защиты

Редактор Ю. С. Макаревич
Редактор карт О. В. Трифонова
Младший редактор Т. Н. Филатова
Оформление художника А. М. Павлова
Художественный редактор А. И. Ольденбургер
Технический редактор Л. П. Гришина
Корректоры Прилипка Б. Г. и Абудеева Г. Б.

ИБ № 3422

Сдано в набор 19.02.88. Подписано в печать 26.09.88. А 11002. Формат 84×108^{1/32}. Бумага типографская № 1. Литературная гарнитура. Высокая печать. Усл. печатных листов 13,44. Усл.-кр. отт. 13,44. Учетно-издательских листов 14,12. Тираж 17 000 экз. Заказ 305. Цена 1 р. 20 к.

Издательство «Мысль», 117071, Москва, Ленинский пр., 15
Московская типография № 11 Союзполиграфпрома
при Государственном комитете СССР по делам издательств,
полиграфии и книжной торговли.
113105, Москва, Нагатинская, 1.

1920

5092



UNIVERSITY OF CHICAGO