

На правах рукописи

В. М. ГОЛУБКИН

КОЛИЧЕСТВЕННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СЛОЖНОСТИ
РЕЛЬЕФА И ЕЕ ПРИМЕНЕНИЕ ПРИ ПЛАНИРОВОЧНЫХ
РАБОТАХ ПОД ОРОШЕНИЕ

Автореферат диссертаций
на соискание ученой степени
кандидата технических наук.

6 | I3I522
A-I | Голубкин, В.М.
Количественная характе-
ристика.....

			ц. 30к.

I3I522

Решения XIX съезда Коммунистической партии, Сентябрьского, Февральско-Мартовского и Июньского пленумов ЦК КПСС направлены на крутой подъем социалистического сельского хозяйства нашей страны. В этих исторических решениях значительная роль в увеличении плодородия обрабатываемых и освоении целинных и залежных земель отводится мелиорациям.

Высоко оценивая достижения социалистического земледелия, страна предъявляет к работникам сельского хозяйства и, в частности, к мелиораторам, серьезные требования по улучшению использования орошаемых земель, обеспечению высокой урожайности сельскохозяйственных культур на орошаемых землях и предохранению их от засоления и заболачивания, что зачастую связано с недооценкой планировки орошаемых территорий.

Развитие орошения в СССР в ближайшие годы будет проходить нарастающими темпами. Крупные оросительные системы сооружаются в республиках Средней Азии и Закавказья; большие перспективы открываются для сельского хозяйства в связи со строительством гидроэлектростанций и оросительных систем на Волге, Дону, Днепре, Аму-Дарье, в Крыму и других районах Советского Союза.

Величественная программа преобразования природы, начертанная XIX съездом Партии, требует применения передовых существующих, а также разработки новых способов изысканий, проектирования, строительства и использования мелиоративных систем. В частности, характер рельефа и его учет в значительной мере определяют степень выполнения этой программы. Составление перспективных планов строительства, проектирование и строительство систем, планировка полей и их эксплуатация должны базироваться на объективно выработанных показателях сложности рельефа осваиваемых территорий. Для этого рельеф надо классифицировать. Характеристика сложности рельефа, применяемая в настоящее время в мелиоративном деле, не может удовлетворить такому требованию. Необходима количественная характеристика сложности рельефа.

131522

ЦЕНТРАЛЬНАЯ НАУЧНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А. Н. Киргизской ССР

крайне необходим при эксплуатации не только в мелиорациях. Он орудий, тем более, что XIX съездом Партии намечена и сейчас успешно выполняется и перевыполняется программа механизации сельскохозяйственных работ от 70 до 95%. Поэтому каждый процент повышения производительности труда, полученный за счет улучшения работы механизмов на неровной поверхности, даст государству миллионы рублей сэкономленных средств.

В настоящее время рельеф на топографических планах и картах изображается горизонталями, которые дополняются отметками отдельных точек. Зрительное восприятие сложности рельефа, изображенного горизонталями, носит, сравнительно, субъективный характер. В целях большего совершенства в изображении и оценке рельефа на планово-картографическом материале советские ученые стремятся найти такие способы выражения сложности рельефа, которые позволили бы дать некоторые показатели, позволяющие математически определять сложность осваиваемых территорий с неровной поверхностью, позволили бы сравнивать сложность рельефа на различных участках, что облегчило бы планирование сельскохозяйственных и других работ, помогало бы производить или упрощать технические расчеты, связанные с работой на неровностях. В этом отношении представляют особую ценность работы М. М. Протодьяконова, А. С. Чеботарева, Н. М. Волкова, П. М. Орлова и других авторов.

* * *

Диссертация состоит из четырех глав. В первой главе, озаглавленной „Предмет исследования“, разбирается понятие „рельеф“, макро, мезо- и микрорельеф и значение рельефа в оросительных мелиорациях. Во второй главе рассматриваются предложения советских ученых по определению количественной характеристики рельефа. В третьей — дается обоснование предлагаемому способу определения количественной характеристики рельефа. В четвертой главе дается описание решения конкретной задачи: применение общих показателей сложности рельефа для определения количественной характеристики рельефа площадей, назначаемых под орошение. На 231 странице текста помещено 44 чертежа, 19 таблиц. В приложении — 11 чертежей и 12 таблиц.

* * *

В отличие от отвлеченных морфометрических показателей, выдвигаемых буржуазными учеными, наши специалисты пред-

лагают такие показатели, которые служат целям практики, помогают разрешать сложные вопросы исследования земной поверхности и наиболее целесообразного использования её для нужд народного хозяйства.

Ценным вкладом в морфометрию является предложение М. М. Протодьяконова, который использует статистический метод при оценке рельефа. Чисто аналитический метод для такого сложного объекта как рельеф, бывает трудно применим и поэтому предложение М. М. Протодьяконова имеет для нас особо важное значение.

Поф. А. С. Чеботарев в своих работах показал, что субъективные характеристики являются общим недостатком и поэтому они должны быть заменены числовыми выражениями, тем более для суждения о таком важном факторе, как рельеф. Углубляя и развивая методику, предложенную М. М. Протодьяконовым, А. С. Чеботарев применил более строгий, для данного случая, математический аппарат — способ наименьших квадратов.

Полученные М. М. Протодьяконовым и А. С. Чеботаревым кривые, характеризующие рельеф исследуемой местности, основаны на двух показателях — превышении двух точек и расстоянии между ними. Это позволило М. М. Протодьяконову удачно применить результаты его работы в области морфометрии при проектировании железных дорог.

Но техника, геоморфология, сельское хозяйство требуют более конкретных показателей. С этой целью, в развитие работ М. М. Протодьяконова и А. С. Чеботарева предлагают свои способы Б. Вахтин и П. М. Орлов, использующие сложность форм рельефа. В работе П. М. Орлова ставится задача дать ключ к точной характеристике рельефа поверхности для технических надобностей, установить количественную классификацию сложности рельефа, с целью облегчения работы специалистов в разных морфологических условиях.

Этим же целям развития морфометрии служат работы Сироткина, Ченцова, Знаменщикова и др. Большую работу в развитии картометрии и морфометрии проделал Ю. М. Шокальский, способы измерения длин извилистых линий которого и сейчас кладутся в основу производства подобного рода работ.

Н. М. Волков в ряде своих работ значительно продвинул вперед разработку вопросов, связанных с измерениями длин извилистых линий на планово-картографических материалах. Заслуживает внимания метод исчисления редуцированной длины извилистой линии, предложенный Н. М. Волковым; этот метод открывает возможности более точного определения длины горизонталей, а отсюда и сложности рельефа местности.

Однако необходимо отметить, что наряду с серьезными достижениями советской картометрии и, в частности, морфометрии, имеются некоторые вопросы, не получившие должного развития. Например, определение среднего угла наклона линии или поверхности.

Средний уклон i кривой линии рекомендуется вычислять по формуле

$$i = \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{\sum \Delta s \operatorname{tg} \alpha}{\sum \Delta s}, \quad (1)$$

где α — угол наклона элементарного участка, Δs — горизонтальное проложение элементарного участка.

При этом предполагается, что средний уклон учитывает формы кривых, т. к. для участков с разными уклонами вводятся их веса, равные величине их простираения вдоль горизонтального проложения. Но не трудно видеть, что после некоторых подстановок

$$i = \operatorname{tg} \alpha_0 = \frac{h_1 + h_2 + \dots + h_n}{\Delta s_1 + \Delta s_2 + \dots + \Delta s_n}. \quad (2)$$

Эта формула для уклона не может быть использована на любой случай практики, а за средним уклоном i не видно формы действительной кривой. На основании этой же формулы производится подсчет площади и топографической поверхности участка, когда на самом деле подсчитывается площадь поверхности, образованной движением прямой, соединяющей верхние и нижние точки участка по направлению наибольшего ската.

Основные положения предлагаемого способа

Рельеф есть совокупность разной величины и формы неровностей, возникающих и формирующихся в ходе исторического процесса преобразования дневной поверхности земной коры. При определении сложности рельефа, его надо рассматривать как причину, вызывающую осложнения хозяйственной деятельности человека на земной поверхности. Количественное выражение этих осложнений или воздействий и их направление определит сложность рельефа. Направление воздействий может быть и отрицательным и положительным. Причем рельеф одного и того же участка для одного случая будет благоприятным (например горизонтальный участок для орошения риса), а в другом, наоборот, неблагоприятным (тот же участок для орошения хлопка). Вследствие этого, при определении сложности рельефа надо, прежде всего, знать какие требования предъявляет к рельефу данный конкретный

случай практики, во-вторых, какие осложнения вызывает рельеф и, в-третьих, найти такие элементы рельефа, через которые можно было бы выразить сложность рельефа поверхности для данного случая. Таким образом, сложность рельефа данного участка с различных практических точек зрения может оказаться весьма различной. Все же, необходимо наметить общие пути установления сложности рельефа, а от них переходить к частным случаям.

Известно, что для характеристики поверхности в математике применяют её кривизну по двум взаимно-перпендикулярным направлениям, берут отношение длины кривой или площади поверхности к их проекциям. Для случая с рельефом, формы которого часто трудно выразить математическим законом, можно определить кривизны горизонталей — кривизну поверхности в одном направлении, а кривизну по второму направлению заменить уклоном по линии наибольшего ската. Проекцию горизонтали можно заменить некоторой линией, которую назовем обводящей, она должна в основном, без деталей, схематически, но геоморфологически правильно передавать естественный или, может быть, желаемый для определенных целей, характер рельефа.

Известно, также, что механики при подсчете работы движущегося механизма, в числе других факторов, учитывают длину пути, кривизну кривых пути и уклон пути.

В качестве элементов для вычисления сложности рельефа можно применить длину горизонтали, её среднюю кривизну и уклон поверхности. Приняв сложность горизонтального участка при передвижении по нем повозки или механизма за единицу, можно подсчитать сложность участка с некоторым иным рельефом.

Работу механизма на участке с рельефом, отличным от горизонтальной плоскости, можно разделить на три части: во-первых, преодоление пути по горизонтальному направлению, что соответствует следу горизонтали; во-вторых, преодоление закруглений в кривых, образуемых горизонталью и, в-третьих, — преодоление подъёма от одной горизонтали к другой.

Таким образом:

1) На горизонтальном участке горизонтали во всех направлениях будут иметь одинаковую высоту и их можно представить в виде прямых; путь передвижения на горизонтальном участке за счет рельефа не искривляется, он должен быть прямолинейным. На участке со сложным рельефом для соблюдения горизонтальности передвижения по естественной поверхности путь должен идти вдоль горизонталей. Поскольку практически очень редко прокладывают пути вдоль горизонталей или по прямой — „воздушной линии“, а обычно по не-

которой целесообразной кривой, в которой появляются искусственные сооружения, отношение длины пути вдоль горизонтали к длине пути по кривой трассе, которая была бы наиболее целесообразной для эксплуатации механизмов, укажет на сложность рельефа за счет извилистости горизонталей, что аналитически выражается формулой

$$\rho = \frac{l_e}{l_{об}} = \frac{\text{длина естественной горизонтали}}{\text{длина обводящей}} \quad (3)$$

2) Так как кроме нагрузок, действующих на прямом пути, на кривом пути возникают дополнительно нагрузки за счет возникновения центробежной силы, сопротивления передвижению и неудобства управления механизмом или агрегатом, то работа на кривых линиях увеличивается не только вследствие удлинения пути, но и вследствие его кривизны.

Считая показатель сложности рельефа за кривизну прямой линии равным единице, и обозначая нагрузку на агрегат в этом случае через N , а сложность извилистого горизонтального участка на закруглении через $K' = 1 + k$ и нагрузку на агрегат при этом через N' , получим

$$K' = \frac{N'}{N} = 1 + k \quad (4)$$

Здесь k — отвлеченный коэффициент, характеризующий сложность рельефа за кривизну горизонталей и выраженный в долях единицы.

3) В предыдущих двух пунктах выявлены показатели сложности рельефа за счет кривизны форм рельефа. Но чтобы переместиться от одной горизонтали к другой, надо затратить дополнительное усилие на преодоление уклона, которое отсутствует на горизонтальном пути. Обозначим дополнительную нагрузку за уклон через u . Тогда $u' = 1 + u$, по аналогии с (4), выразит отношение общей нагрузки за уклон на наклонном участке к нагрузке за уклон на горизонтальном участке, а произведение $\rho K' u'$ даст общее количественное выражение сложности рельефа

$$Q = \rho K' u' = \rho (1 + k)(1 + u) \quad (5)$$

Определение средней кривизны горизонтали и меры сложности за кривизну

Средняя кривизна кривой линии может быть подсчитана по формуле:

$$K_{ср} = \frac{k_1 s_1 + k_2 s_2 + \dots + k_n s_n}{s_1 + s_2 + \dots + s_n} \quad (6)$$

где k_1, k_2, \dots, k_n — кривизны элементарных участков, s_1, s_2, \dots, s_n — длины этих участков горизонтали.

Горизонталь разбивается на отрезки, по возможности, от одной переходной точки до другой; кривизны отрезков определяются из формулы

$$\sqrt{K} = \frac{2\sqrt{\eta}}{x} \quad (7)$$

Эта формула получена на основании следующих положений.

Элементарный участок горизонтали между двумя переходными точками представляет, вообще говоря, сложную кривую, имеющую не только разную кривизну во всех своих точках, но и разный знак кривизны, т. к. горизонталь всегда осложнена мелкими извилинами. Из длины горизонтали между точками A и B и замыкающей AB образуем на AB равнобедренный треугольник ACB , в котором $AC = CB$. В угол φ при точке C впишем круговую кривую такого радиуса, при котором расстояние от C до точки касания кривой со стороной треугольника равнялось бы половине замыкающей AB . С достаточным приближением можно считать, что кривизна вписанной окружности будет равна средней кривизне изучаемой горизонтали; в то же время постоянное отношение расстояния от вершины угла до точки касания (оно в строительной практике называется тангенсом) к замыкающей AB , равное половине, все участки горизонтали ставит в одинаковые условия и позволяет производить сравнения полученных данных, если бы таковые несколько и отличались от действительной кривизны кривых.

Обозначив высоту треугольника, опущенную на AB из C через η и $AB = x$, получим радиус вписанной окружности:

$$R = \frac{x^2}{4\eta} \quad \text{Отсюда кривизна кривой}$$

$$K = \frac{1}{R} = \frac{4\eta}{x^2} \quad (8)$$

Практически можно принять участок искривленной горизонтали за стороны треугольника, измерить расстояние между конечными точками, равное x , а расстояние между основанием и самой удаленной точкой кривой по перпендикуляру к основанию принять равным η .

Проведенными исследованиями установлено, что кривизна круговой кривой безошибочно определяется при условии

$$\frac{\eta}{x} = 0,5 \quad \text{и с отклонением до } 10-15\% \quad \text{от действительной}$$

кривизны, если $\frac{\eta}{x} = 0,5 \pm 0,1$. Так как горизонталь очень редко может быть окружностью и т. к. она всегда осложнена

мелкими извилинами, то получающиеся результаты будут иметь приближенные значения, правда, удовлетворяющие практические требования, а как указывалось выше, одинаковые условия определения кривизн позволяют сравнивать формы кривых относительно друг друга. Мера сложности рельефа за кривизну горизонтали определяется тремя основными условиями: величиной центробежной силы, сопротивлением передвижению в кривых и неудобством управления агрегатом. Для анализа этих условий был взят гусеничный трактор, как орудие, эксплуатируемое в разнообразных условиях естественного рельефа и на сплошных площадях и которым, в основном, вооружено наше сельское хозяйство. Трактор обладает малыми скоростями, поэтому величина центробежной силы, возникающей при его движении составляет всего 2,5%—0,25% веса агрегата. Величина сопротивления передвижению, подсчитанная по формуле, предложенной А. К. Бируля, изменяется от 0,9% при радиусе кривой 100 м до 9,2% — при радиусе кривой 10 м.

Для третьего условия—неудобства управления—достаточных данных не удалось получить. Однако, считая, что любая кривизна затрудняет управление агрегатом, что трудность управления уменьшается медленнее, чем увеличивается радиус кривой, учитывая, в то же время, действие центробежной силы и сопротивления движению, придадим коэффициенту k значение, при помощи которого можно было бы, в порядке первого приближения к действительному, учитывать общую дополнительную нагрузку при работе на закруглениях. Именно:

$$k = \frac{1}{\sqrt{R}} \quad (9)$$

Здесь R — средний радиус кривизны горизонтали.

Величины k характеризуются следующими значениями:

Радиус кривизны пути в метрах	1	10	30	50	70	100	500	1000
Коэффициент сложности рельефа за кривизну:	1.00	0.32	0.18	0.14	0.12	0.10	0.04	0.03

Поэтому, в соответствии с (4),

$$K' = 1 + \frac{1}{\sqrt{R}} \quad (10)$$

Определение длины огибающей, длины горизонтали и меры сложности рельефа за извилистость горизонтали

Огибающая линия — это — линия, характерная для данного объекта, обобщающая его основные черты, выражающая главное и отбрасывающая второстепенное; она может характеризовать объект так, как он должен выглядеть после его преобразования. В этом последнем случае не все передельвается в объекте, а лишь детали, препятствующие хозяйственной деятельности человека. Поэтому отношение существующей величины к желаемой покажет на отклонение действительного от обобщенного, принимаемого за объект, в котором дальнейшие изменения для практики не нужны.

Для характеристики рельефа в специальных целях, надо всякий раз определять особые условия получения обводящих. Например, при орошении требуется планировка поверхности. Как указывает член-корреспондент АН СССР А. Н. Костяков, расстояния между временными оросителями делаются от 70 до 200 м, длина поливных борозд в среднем равна 100 м. По условиям полива борозды должны быть прямолинейными с продольным уклоном 0,005—0,017 и поперечным уклоном 0,002. На основе этих данных подсчитано, что радиус кривизны горизонтали должен быть равным 700 м, что соответствует коэффициенту k около 0,04. Такая горизонталь имеет малый изгиб. Поэтому для получения длины обводящей можно воспользоваться её отрезком в 100 м, брать 100 м на раствор циркуля и, откладывая его вдоль естественной горизонтали, получить длину (но не положение) обводящей. Проведенными опытными измерениями из 140 случаев получено среднее отклонение длин обводящих от хорошо запроектированных красных горизонталей, равное $\pm 3,5\%$. По второму объекту получено отклонение $\pm 5,5\%$ и по третьему—с наиболее сложным рельефом — $\pm 10\%$. Как показал анализ проектов, особенно по третьему объекту, их можно было улучшить и тогда расхождения между обводящей и проектной горизонталью были бы меньшими.

Определение длин естественных горизонталей на крупномасштабных планах с ошибкой около 1% можно производить курвиметром.

Аналитически коэффициент сложности рельефа за извилистость горизонтали можно выразить формулой — $\rho = \frac{l_e}{l_{об}}$.

Определение среднего уклона и показателя уклона линии и поверхности. Мера сложности рельефа за уклон

Для кривых любой формы с однозначным уклоном, опирающихся на две постоянные точки, формула (2), которая не во всех случаях применима, дает всегда один результат, равный отношению превышения между точками к горизонтальному проложению между ними. Однако в практике всегда описывают склоны прямые, выпуклые, вогнутые, комплексные, т. к. форма склона оказывает влияние на течение естественных процессов в природе и на хозяйственную деятельность людей. Влияние формы кривых должно приниматься во внимание при различного рода расчетах и всякий раз с учетом особенностей изучаемого явления. На земной поверхности происходят непрерывные и массовые перемещения различных тел. На эти перемещения оказывает влияние не только величина частных уклонов кривых, но и их сочетание на кривых склонов. Для определения некоторого уклона кривой, который отвечал бы конкретному условию и который мог бы быть использован также при технических расчетах, возьмем случай движения тела на кривой, представив его для общих суждений в идеальном виде. Очевидно, как и при других физических явлениях, от данного идеального случая возможен переход к движениям реальных тел на реальной поверхности.

Предлагаемый для определения некоторый уклон кривой отличается от среднего уклона i как по величине, так и по своему существу. Поэтому его рекомендуется называть показателем уклона и обозначать через J . Поскольку для каждого данного явления или практической потребности необходимо определять свой показатель уклона, следует давать названия показателю уклона, например, показатель уклона для движения тела.

Вывод формулы для определения показателя уклона движения тела основан на следующем: тело, двигаясь по наклонной кривой, приобретает скорость движения в зависимости от превышения начальной точки движения над точкой, достигнутой телом. Скорость тела в данной точке определяется зависимостью: $v = \sqrt{2gh}$. Разбив кривую на элементарные участки, определив по указанной зависимости скорость движения тела в конце каждого участка, можно подсчитать среднюю скорость движения тела на каждом из элементарных участков. Зная длины участков d_1, d_2, \dots, d_n и средние скорости движения тела на них, можно определить время, потребное для прохождения тела сначала на каждом из участков, а затем на всей кривой. Отсюда, обозначив превышения

начала движения над концами элементарных участков через h_1, h_2, \dots, h_n , получим

$$v_{\text{ср}} = \frac{(d_1 + d_2 + \dots + d_n) \sqrt{2g}}{2 \left[\frac{d_1}{\sqrt{h_1}} + \frac{d_2}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}} + \dots + \frac{d_n}{\sqrt{h_{n-1}} + \sqrt{h_n}} \right]} \quad (11)$$

Можно задаться целью найти такую наклонную прямую, концы которой совпадают с отвесными линиями в концах кривой, на которой средняя скорость движения тела, равнялась бы средней скорости, вычисленной по предыдущей формуле. Назовем эту наклонную прямую, для краткости — эквивалентной. Полагая, что превышение начала эквивалентной прямой над её концом равно H , получим $v_{\text{ср}} = \frac{\sqrt{2gH}}{2}$.

Приравняв два равенства, после некоторых преобразований получаем

$$J = \frac{[d]}{\left[\frac{d_1}{\sqrt{h_1}} + \frac{d_2}{\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2}} + \dots + \frac{d_n}{\sqrt{h_{n-1}} + \sqrt{h_n}} \right]^2} \quad (12)$$

Для случая, когда $h_1 = h, h_2 = 2h, \dots, h_n = nh$, при некоторых допущениях, вызывающих незначительные погрешности в результатах и при $[d] = D$ получим формулу показателя уклона для движения тела по кривой с однозначным уклоном:

$$J = \frac{2Dh}{\left[\frac{d_1}{\sqrt{0,5}} + \frac{d_2}{\sqrt{3}} + \dots + \frac{d_n}{\sqrt{2n-1}} \right]^2} \quad (13)$$

Как показали исследования, вычисление J можно упростить и сократить, не вызывая грубых ошибок в результатах.

Вычисление показателя уклона поверхности производится по такой же формуле, в которой d_1, d_2, \dots, d_n берутся средними из заложений между двумя соседними горизонталями.

Отношение $\frac{J}{i} = J_0$ покажет на форму склона. Если $J_0 > 1$ — склон вогнутый, если $J_0 < 1$ — склон выпуклый. При $J_0 = 1$ может быть два случая: или склон прямой, или комплексный.

Таким образом, желая получить необходимый аппарат для вычислений результатов работы человека или естественного процесса, следует всегда определять показатель уклона. Чтобы учесть меру сложности рельефа от уклона, были исполь-

зованы выводы И. И. Бойко, опубликованные им в работе „Значение рельефа в агротехнике и трактороиспользовании“ и обработаны фактические данные, помещенные в работе Бурихина, Агапова и Головина „Влияние рельефа на машиноиспользование“. На основании этих данных выявлено, что приближенная зависимость дополнительной нагрузки u за уклон выражается формулой $u = \sin \alpha + \sin^2 2\alpha$; для небольших углов наклона можно пользоваться простейшей зависимостью: $u = \sin \alpha$; Здесь α — угол наклона поверхности по направлению стока, определенный по формуле (2) или через показатель уклона.

Подставляя значения K' и u' в формулу (5), получим:

$$Q = \rho \left(1 + \frac{1}{\sqrt{R}} \right) (1 + \sin \alpha + \sin^2 2\alpha). \quad (14)$$

Применение общих показателей сложности рельефа для определения количественной характеристики рельефа площадей, назначаемых под орошение

Изложенный выше способ определения сложности рельефа, применен к конкретной практической задаче: определению сложности рельефа площадей, подлежащих орошению, с целью облегчения составления проектных заданий по планировочным работам.

Сложность рельефа территорий, на которых будут производиться оросительные мероприятия, с этой точки зрения, характеризуется, главным образом, объемом земляных работ при планировках. Орошение площадей по бороздам и полосам требует, чтобы продольный уклон поля был, по возможности, равномерным, не превышал определенного значения, поле не имело бы обратных уклонов. Это достигается планировкой участка. Естественные горизонталы должны быть заменены проектными — красными, которые вырисовывают будущий спланированный рельеф. От того, насколько сложен рельеф, главным образом и зависит объем земляных работ. На объем земляных работ при подобных планировках влияют, например, такие факторы: форма данной горизонтали (зависящая от мезо- и микрорельефа); форма соседней горизонтали; взаимное расположение комплекса горизонталей на данном участке (т. е. общий характер макроформы); глубина почвенного и подпочвенного горизонтов; расположение оросительной сети; общий геоморфологический характер местности, в которую входит данный участок; принятый способ орошения. Поскольку компонен-

тов, образующих общие условия планировочных работ, много, а взаимная связь их может быть чрезвычайно разнообразной, аналитический закон зависимости объема работ от них трудно установить. Поэтому здесь принят, как это сделал в свое время М. М. Протодяконов, статистический метод.

Для этого были использованы планы в масштабе 1:2000 13 участков, площадью от 6,5 га и больше. Для горизонталей, которыми был изображен рельеф этих участков, были определены длины и средние кривизны; по длинам естественных горизонталей получены длины соответствующих обводящих; разница, как указывалось раньше, между длинами обводящих и проектных горизонталей оказалась небольшой. Для каждой естественной горизонтали определены проектные площади срезок и насыпок.

Анализ полученных данных показал, что объем земляных работ увеличивается как при увеличении ρ , так и при увеличении k , взятых самостоятельно. Большая закономерность наблюдается от изменения ρ , меньшая — при изменении k . Наличие общей тенденции позволило применить метод корреляций для определения статистической зависимости по формуле вида $y = a + b \lg x$. В итоге обработки полученных результатов по указанным участкам, на которых была запроектирована планировка полей и составленные проекты приняты соответствующими комиссиями, установлена следующая зависимость между площадью срезок и насыпок s и произведением $\rho(1+k)$:

$$s = -0,26 + 14,17 \lg [\rho(1+k)]. \quad (15)$$

По различным $\rho(1+k)$ построена кривая, которая может служить номограммой для подсчета объема земляных работ на участке при данных $\rho_{уч.}$ и $k_{уч.}$. Зависимость s от $\rho(1+k)$ характеризуется индексом корреляций равным $R = 0,99$. Следует, однако, подчеркнуть, что данных для окончательного установления зависимости s от $\rho(1+k)$ использовано было мало, поэтому формула (15) может вызвать грубые отклонения; необходимо организовать обработку большего материала по разнообразным объектам с надежным качеством его исполнения.

Ниже приводятся сравнительные данные объемов земляных работ на участках, полученных способом горизонталей и по кривой (15).

№№ участков	Объём земляных работ, исчисленный по способу горизонталей в м ³ на 1 га	Разница между объёмом, исчисленным по кривой и по способу горизонталей в м ³ на 1 га	% от объёма, исчисленного по способу горизонталей
1	291	— 2,2	0,8
2	262	— 52,4	20,4
3	332	— 38,5	11,8
4	249	+ 4,9	1,8
5	352	+ 10,4	2,9
6	860	— 351,3	42,2
7	254	+ 11,2	4,4
8	134	+ 1,1	0,8
9	116	+ 22,7	19,5
10	109	+ 55,7	50,8
11	186	+ 13,5	7,2
12	407	— 12,0	2,96
13	501	+ 1,0	0,19

Эти данные показывают, что разницы в результатах сравнительно небольшие. Участок № 6 дает резкую разницу. Но в то же время видно, что объём работ на этом участке слишком необычен—должна быть засыпана ложина. По участку № 10 оказалось расхождение 50,8%. При небольшом объёме работ на этом участке такая разница не может явиться неожиданной. Инструкции по планировкам допускают ошибки в планировке до 7 см, это соответствует около 175 кубометров на 1 га. Таким образом, разницу в 55,7 кубометра нельзя считать очень большой.

В гидромелиоративной практике часто приходится иметь дело с планами масштаба 1:10000. Поэтому было бы целесообразно разработать показатели сложности рельефа при работе на планах 1:10000 подобно тем, которые разработаны для планов м. 1:2000. Возможность для этого есть, т. к. в настоящее время при съёмках в м. 1:10000 для гидромелиоративных целей вычерчивание рельефа производится горизонталями с сечением через 1 метр, а в необходимых случаях и через 0,5 м.

Это обстоятельство обуславливает высокую точность съёмки рельефа, позволяющую определять объём земляных работ в пределах точности проектного задания.

* * *

Способ получения количественного выражения сложности рельефа, описанный выше, исходит из наличия реальных явлений, происходящих на поверхности и потому его возможно применить в практике, как показано на конкретном примере с оценкой сложности рельефа площадей, подлежащих орошению. Но применение этого способа возможно и в других случаях, например при организации работы тракторного парка МТС. При этом необходимо лишь учитывать всякий раз свои особые условия.

В гидромелиоративном деле наличие количественных показателей очень важно, т. к. во-первых, при этом отпадает необходимость в употреблении таких выражений, как „сложный“, „тяжелый“, „хороший“ и т. д., которые никак не могут отличаться определенностью характеристики объекта, и во-вторых, и это главное, при этом сравнительно точное и объективное определение объёмов предстоящих планировочных работ поможет правильно планировать производство соответствующей техники; правильно и объективно назначать сроки работ и определять стоимость строительства; этот способ дает возможность следить за экономичностью проектов и техническим их совершенством.

Применение показателя уклона для конкретных целей вместо среднего уклона линии или поверхности окажет помощь специалистам, всевозможные расчеты которых зависят от формы склонов рельефа.

131522.

ЦЕНТРАЛЬНАЯ
БИБЛИОТЕКА
А.Н. Ниргизской ССР