

¹Сарыбаев Е.С., ²Таукебаев Ө.Ж., ³Байгурин Ж.Д.

¹PhD, аға оқытушы, әл-Фараби атындағы Қазақ ұлттық университеті, Қазақстан, Алматы қ.

²PhD докторант, e-mail: omirzhan.taukebayev@gmail.com

³профессор

Сәтбаев университеті, Қазақстан, Алматы қ.

ЖЕР БЕДЕРІНІҢ ГЕОМОРФОЛОГИЯЛЫҚ ҚҰРЫЛУЫНЫҢ КҮРДЕЛІЛІГІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ

Мақалада жер бедерінің геоморфологиялық құрылымын зерттеудегі морфометриялық әдістің даму тенденциясы көрсетілді. Үлескілердегі жер бедерінің құрылым заңдылықтары мен геоморфологиялық күрделілікті бағалаудағы түрлі морфометриялық тәсілдердің ерекшеліктері мен мазмұны баяндалды. Ұсынылып отырған жер беті бедерінің геоморфологиялық құрылуының күрделілігін бағалау әдістемесі бедер геометриясының құрылу параметрлері мен негізгі бағалау механизмдері арқылы түрленген, аналитикалық модель ретінде көрініс беретін, күрделі де кешенді сипаттаманы қамтиды. Жергілікті жер бедерінің морфометриялық нышандарының тілімденуінің ауытқу сипаттамаларын бағалау әдісінің әдістемелік негізіне георесурстардың бірінші және екінші түрлі көрсеткіш мәндерінің кеңістіктік-статистикалық және ақпараттық модальдық шамаларын қолдану концепциясы салынған. Белгілі болғандай, нышан ауытқуының бірінші немесе екінші түрлі сипаттамасы кең таралған және орташа квадраттық ауытқуымен кеңістіктік-статистикалық ауытқуды көрсететін негізгі бағалау сипаттамасы болып отыр. Аталмыш жұмыста ұсынылып отырған геоморфологиялық күрделілікті кешенді сипаттаудың бастапқы параметрлері белгіленді: бедер биіктігінің модальды мәнінің шашырауының дисперсиялық өлшемі, белгіленген бедер биіктігінің бірлігіне келетін орташа ауданы және зерттелетін жер үлескісінің жалпы ауданы. Біз ұсынып отырған үлескідегі жер бедері құрылуының күрделілігін геоморфологиялық бағалау әдістемесі зерттелетін жер үлескісі бедерінің күрделілігін құрастырылған кешенді сипаттау моделін қолдану арқылы анықтау және бағалау болып табылады.

Түйін сөздер: жер бедері, геоморфологиялық құрылым, морфометрия, бағалау, әдістеме.

¹Sarybaev E.S., ²Taukebaev O.Zh., ³Baygurin Zh.D.

¹PhD doctor, senior lecturer, Al-Farabi Kazakh National University, Kazakhstan, Almaty

²PhD student, e-mail: omirzhan.taukebayev@gmail.com

³professor

Satbayev University, Kazakhstan, Almaty

Mmethodology of estimation of the complexity of the geomorphological structure of the earth's surface relief

The article highlights the development trend of the morphometric method for studying the geomorphological structure of the terrestrial relief. The essence of the content and features of various morphometric approaches to the assessment of the geomorphological complexity and patterns of the structure of the terrestrial plot are presented. The recommended methodology for assessing the complexity of the geomorphological structure of the terrain of a terrestrial surface includes a complex characteristic of complexity, expressed in the form of an analytical model, modified through the basic evaluation mechanisms and parameters of the formation of the geometry of the terrain of the earth's surface. The methodological basis of the recommended method for assessing the characteristics of the variability of the dissection of morphometric terrain features is the concept of using informative modal and spatial-statistical values of the first or second differences of georesource values. As is known, the first or second differences of a trait as a characteristic of its variability are widely distributed and, along with the standard deviation, remain the main evaluative characteristics expressing the spatial-statistical fluctuation of the distribution

of traits as a whole. In this work, the initial parameters of the recommended complex characteristic of geomorphological complexity are established: the dispersion measure of scattering modal values of the relief heights, the average unit area of the relief height per unit of allocated height and the total area of the studied land site. The method we recommend for assessing the geomorphological complexity of the structure of a terrestrial plot is to assess and determine the complexity of the topography of the studied site using the developed model of the complex characteristic.

Key words: relief, geomorphological structure, morphometry, estimation, methodology.

¹Сарыбаев Е.С., ²Таукебаев О.Ж., ³Байгурин Ж.Д.

¹PhD, старший преподаватель,
Казахский национальный университет имени аль-Фараби, Казахстан, г. Алматы

²PhD докторант, e-mail: omirzhan.taukebayev@gmail.com

³профессор
Сатпаев университет, Казахстан, г. Алматы

Методика оценки сложности геоморфологического строения рельефа земной поверхности

В статье освещена тенденция развития морфометрического метода изучения геоморфологического строения рельефа земной поверхности. Изложены сущность содержания и особенности различных морфометрических подходов к оценке геоморфологической сложности и закономерностей строения рельефа земельного участка. Рекомендуемая методика оценки сложности геоморфологического строения рельефа поверхности земельного участка включает комплексную характеристику сложности, выражаемой в виде аналитической модели, модифицированной через основные оценочные механизмы и параметры формирования геометрии рельефа земной поверхности. В методологическую основу рекомендуемого способа оценки характеристики колеблемости расчленения морфометрических признаков рельефа местности положена концепция использования информативных модальных и пространственно-статистических величин первых или вторых разностей значений показателя георесурсов. Как известно, первые или вторые разности признака в качестве характеристики его колеблемости распространены широко и, наряду с среднеквадратическим отклонением, остаются основными оценочными характеристиками, выражающими пространственно-статистические колебания распространения признаков в целом. В данной работе установлены исходные параметры рекомендуемой комплексной характеристики геоморфологической сложности: дисперсионная мера рассеяния модальные значения высот рельефа, средняя единичная площадь, приходящая на единицу выделяемой высоты рельефа, и общая площадь изучаемого земельного участка. Рекомендуемая нами методика оценки геоморфологической сложности строения рельефа земельного участка заключается в оценке и определении сложности рельефа изучаемого участка с использованием разработанной модели комплексной характеристики.

Ключевые слова: рельеф, геоморфологическое строение, морфометрия, оценка, методика.

Кіріспе

Қазіргі таңда нарықтық және заңнамалық катынастарға сай жер қорын пайдалану нақты механизмдерге ие болған, демек бағалау жұмыстары арқылы жер қорының жарамдылығы немесе жарамсыздықтары сипатталады. Жер бедерінің күрделі құрылымы болса онда жер қорын пайдалану деңгейі төмендейді. Стандарттар мен картографиялық өнімдерге қойылатын талаптар экономикалық тұрғыдан аса маңызды болып саналады. Картографиялық өнімдердің белгілері мен көрсеткіштері арқылы болжау, жер қорын пайдалану, қайта қалпына келтіру, жоспарлау т.б. орындалады қолданылады (Неумывакин, 1987: 25). Осыған орай картографиялық принциптердің тиімділігі артып, оптимум

принциптері орындалады. Жұмыстың оптималдығын көтеру арқылы шығын мөлшерін кемітіп, топогеодезиялық жұмыстардың өнімділігін көтереміз. Бұл ұғымдар белгілі бір картографиялық ұғымдармен бірге қатар қолданылады (Lafamme, 1998: 47; Sen, 2016: 33).

Әртүрлі табиғи және антропогендік факторлардың ықпал етуіне байланысты қалыптасу табиғаты бойынша жер бедері әртүрлі пішінге ие. Жер бедері геометриясын анықтайтын негізгі белгілер (элементтер) жер бедері пішінін көрінетін топографиялық беттің сызықтары мен сипатты нүктелері (биіктіктік) болып табылады. Жер бедері пішіні ретінде геометриялық белгілері бойынша бөлінетін, табиғи-геометриялық фигуралардың (алқабы, биіктігі, жырасы және т.б.) жалпы қабылданған арнайы түрлері алынады, олар табиғи топографиялық беттің

геометриясын көрсететін фигуралар болып табылады (Видуев, 1993: 65; Николаев, 1984: 22).

Практикалық қолданылу деңгейінен шыға отырып, жер бедерін сандық бағалаудың принципі алды статистикалық және аналитикалық түрлері анықталды. Кездейсоқ функциялар теориясы аппаратын қолдануға негізделген статистикалық бағыт жер бедерінің сандық сипаттамаларын (көлденең және тік тілімденуі, еңістіктің орташа бұрышы, аумақтың орташа биіктігі және т.б.) алу әдістерін дайындауға және олардың таралуының заңдылықтарын анықтауға байланысты. Жер бедерін зерттеудің математикалық-статистикалық әдістері топографиялық (гипсометриялық) карталарда жер бедерін көлденеңінен қиюдың шкалаларын белгілеу үшін қолданылады. Жер бедерінің сандық сипаттамалары мен олардың таралу заңдары жер бедері типінің жіктелуін құруға негізделген. Олар аумақты геоморфологиялық аудандастыру кезінде және топографиялық, морфометриялық және морфографиялық карталарды құрастыру кезінде қолданылады. Аналитикалық бағыт жер бедері жөнінде x , y координатасындағы әрбір нүктесіне кеңістік функциясының белгілі бір мәні сәйкес келетін биіктіктің скалярлы кеңістігі ретіндегі мәліметтерге негізделеді (Париев, 1966: 17; Shaw, 1994: 25; Maling, 1989: 45; Степпе, 1987: 31).

Алғашқыда жер беті биіктігінің кеңістігі туралы түсінікті П.К. Соболевский енгізіп, аналитикалық мәні оның күрделілігі себепті белгісіз болатын топографиялық бет атауына ие болды. Жергілікті жер бедерін зерттеудің аналитикалық бағытының негізгі міндеті қажетті дәлдікте жер бедерін анықтауға мүмкіндік беретін және кез келген берілген нүктеде биіктік мәндерін анықтауға мүмкіндік беретін $Z=f(x,y)$ функциясының түрін анықтау болып табылады, басқаша айтқанда бұл бағыттың міндеті жер бедерінің математикалық немесе сандық моделін тұрғызу болып табылады (Joseph 2017: 75). Жер бедерін зерттеудің аналитикалық бағытының басты айырмашылығы аэрофото түсірілімдер материалдарынан тікелей алынған жер бедері туралы мәліметтерді компьютерде сақтау мүмкіндігі және бағдарлама көмегімен кез-келген аралық нүктелердің биіктігі туралы мәліметтерді беру болып табылады (Pavlopoulos, 2009: 22; Соболевский, 1941: 16).

Компьютер жадында сақталатын жергілікті жер бедерінің сандық моделі сандық карталарды құруда да қолданылады, ал бағдарлама арқылы басқарылатын координатографпен

байланысқан автоматты интерполятор болған жағдайда топографиялық карталарда көлденең сызықтарды жүргізу үшін қолданылады. Осылайша, бедерінің сандық моделі топографиялық карталарды құруды автоматтандырудың белгілі бір бөлшегі болып табылады. Қазіргі уақытта компьютерлік технологияның дамуына байланысты геометриялық модельдеу әдістерін және ақпараттық, морфометриялық, геоморфологиялық және статистикалық талдауларды қолдана отырып, жергілікті жер бедерін аналитикалық сипаттау мен бағалау мәселелерін зерттеу кең дамыған (Rivard, 2014: 12). Бұл кезде жергілікті жер бедерін сипаттау мен бағалау мәселелері өндірістік-шаруашылық қызметтің әртүрлі түрлерін оптимизациялау мен жобалаудың тиімділігіне заманауи технологиялық, экологиялық-экономикалық және басқа да талаптардың күшеюіне байланысты маңызды орынға ие болып отыр (Hooijberg, 2008: 26).

Жер бетінің топографиялық жоспарлары (картасы) өлшеулер кешені көмегімен құрастырылған жергілікті жердің изосызықты немесе басқа да геометриялық модельдерін қамтиды. Бұл өлшеулер арқылы формалар, контурлар, яғни толық функционалдық құрылымға байланыстырылатын аумақтың барлық элементтері алынады. Ол көрнекі түрде сызықты, изометриялық, сақиналы және т.б. болып келетін геометриялық фигуралардан жасалған геометриялық образдардың жиынтығы ретінде көрінеді. Сонымен қатар, жер бетінің топографиялық ақпараты объективті және субъективті белгісіздікке ие. Топографиялық жоспарлар мен карталарда тұйық контурлар түрінде көрсетілетін, жер бетінің аумақтарына тән ерекшеліктер туралы бұл ақпараттың белгісіздігінің объективті аспектілерінің сандық бағалануы олардың ақпараттық-стохастикалық үлгілерін құру негізінде жүзеге асырылуы мүмкін. Мұндай модель ақпараттық, сонымен қатар стохастикалық сипатқа да ие болады (Шехтман, 1989: 13; Dermanis, 2000: 54; Corg, 1972: 48).

Жергілікті жер бедері геоморфологиялық құрылымының күрделілігі ең алдымен өлшемдеріне, пішіндерінің конфигурацияларына, жер бетінің қыртыстарына, ішкі және сыртқы биіктік белдемдерімен анықталады. Күрделі геометриялық құрылымның сипаты өлшемсіз эмпирикалық коэффициент түрінде объективті түрде берілген, сондықтан жергілікті жер бедердің құрлымдарын қалыптастырады. Осындай жер бетінің біртекті болмауына байланысты пішіндерінің геометриялық үлгісі бойынша

биіктіктері, көлемі, жер бедерінің тығыздықтары анықталады.

Дегенмен морфометриялық белгілердің таралу геометриясы толқын тәріздес қисықтармен және амплитудалық тербелістермен сипатталады. Сондықтан жер бедерінің күрделі құрылымы теориялық үлгілермен беріліп, құрылым заңдылықтары анықталады. Осы кезде күрделі құрылымдардың сипаты біртекті жер бедер құрылымының кездейсоқ деңгейлерімен сипатталады. Нақты түсірілімдер арқылы жергілікті жердің топографиясы мен картасы жасалады. Бұл жағдайда құрылымның күрделі болуы тербеліс белгілері мен аралық түсіру пикеттеріне байланысты болады, сондықтан жер бедері биіктіктерінің белгілері беріледі (Fleurant, 2017: 33; Bishop, 2004: 38).

Жалпы алғанда жер аумағының күрделі құрылымы теориялық сипатта және қолданбалы сипатта болады, сондықтан жер қорын пайдалануға байланысты теориялық және қолданбалы топогеодезиялық мәселелер туындалынып отырады. Тәжірбиеде жер бедерінің топогеодезиялық мәселелері олардың морфометриялық белгілеріне байланысты болады, сондықтан морфографикалық және топографиялық жоспарлар жасалынып, изогипсометриялық графиктер құрастырылады. Аталмыш зерттеу әдістері негізінде геоморфология мен жер қыртысының геометриясында үлгілер мен әдістер маңызды рөл атқарады.

Топографиялық белгілердің тегіс таралуына байланысты аумақ туралы сипаттамалар әртүрлі болуына байланысты топографиялық-геодезиялық жұмыстар жүргізіледі. Топографиялық белгілердің таралу заңдылықтарына байланысты нақты және жоспарлы болжамданған өлшемдер алынады. Картографиялық өнімдердің пайдалы сипатын алу үшін жер бедер жүйесінің деңгейлері бағаланып, нақты топографиялық ақпараттар алынады (Fischer, 2011: 45; Easterbrook, 1998: 63).

Жер бедерінің күрделі геоморфологиялық құрылымын анықтау әдістері арқылы биіктік белдемдерінің шамалары алынып, статистикалық орташа мәндері шығады. осылайша элементарлы жер бедерінің орташа көрсеткіштері арқылы жер қыртысының тән бедер бетінің өзгерістері қалыптасады. Геоморфологиялық құрылымының кешенін бағалауда модификацияланған негізгі қозғалыстар орын алады. Сондықтан жер беті бедерінің геометриялық өлшемдері шығады (Курманкожаев, 2013: 39).

Зерттеу әдісі

Жергілікті жер бедерінің геоморфологиялық құрылымының күрделілік сипаттамасын бағалау әдісінің негізі ретінде, морфометриялық белгілердің ауытқулық көрсеткіші мен олардың статистикалық таралуының мәні арқылы алынған модель пайдаланылды. Негізінде қолданылған және ұсынылған әдістер бойынша жергілікті жердің морфометриялық белгілері анықталып, жүйенің құрылымын құруда орташа квадраттық өлшемдер қолданылады. Сондықтан олар басты ақпарат өлшемдері таралған ортақ белгі болып табылады. Аналитикалық құрылымдарды құру кезінде біртекті құрылымдардың статистикалық өлшемдері есепке алынады, сондықтан зерттелетін аумақтың морфометриялық белгілеріне қарап, алынған көрсеткіштерді талдау арқылы аналитикалық сипаттамалар тұжырымдалынады (Сарыбаев, 2013: 406).

Жергілікті жер бедерінің геоморфологиялық құрылымының күрделілігін бағалауға арналған модельдік бағалама, ауытқулық көрсеткіші мен модальдық шаманы тиімді бір аналитикалық құрылымға үйлестіру арқылы төмендегідей туындалыны (1 формула):

$$W_j = \varphi_i \left(1 - \frac{x_{mo}}{d} \right) \quad (1)$$

Ұсынылып отырған моделдің толық аналитикалық құрамы, жоғарыда туындалынған ауытқулық көрсеткіш бағаламасын ескере отырып келесідей тұжырымдалыны (2 формула):

$$J_{x_i} = \frac{\sum_{i=1}^K (\Delta x_i)^2}{K} \cdot \left(1 - \frac{x_{mo}}{X_{max} - X_{min}} \right) \quad (2)$$

мұндағы X_{max} , X_{min} – морфометриялық мәндердің ең көп және ең аз мәндері, м.; x_{mo} – белгінің статистикалық таралуының модальдық мәні, м.

Морфометриялық белгілердің ең көп кездесетін тұрақты өлшемі болып табылады. Ықтимал өлшемнің модасы нақты мәндер секілді аса маңызды сандық сипаттамалардың бірі.

Бұл ұсынылған әдістемеге тән анықталынған заңдылықтар: «жер бедерінің геоморфологиялық құрамының күрделілік деңгейі морфометриялық белгілердің ауытқу көрсеткішіне және шектелінген амплитудалық өзгеріс мәндеріне турапропорционалды, ал белгілердің статистикалық таралуының модальдық мәніне керіпропорционалды заңдылықтармен өзгереді».

Геоморфологиялық құрылымның күрделілігін бағалаудың моделін, морфометриялық биіктіктер арқылы берілген түрі (3 формула)

$$W_j = \sum_{i=1}^{k-1} \left(\frac{\Delta_i}{2n}\right)^2 \cdot \left(1 - \frac{h_{mo}}{h_{max} - h_{min}}\right) \quad (3)$$

мұнда h_{mo} – биіктік мәндерінің модальдық мәні, м.

Жер бедерінің пішін құрушы белгілерінің маңызды құрылымдарына модальды өлшемдер жатады. Нақты таралу мен сипаттамалар арасында модальды сипаттамалар статистикалық таңдаулар ішіндегі маңызды эмпирикалық өлшем болып табылады. Модал мен жиіліктің модальды мәндері әрбір таралымның бір мәнді тұрақты өлшемі болып табылады. Ықтимал өлшемнің модасы нақты мәндер секілді аса маңызды сандық сипаттамалардың бірі, сондықтан оған сәйкес келетін жиіліктің модальды шамалары эмпирикалық таралу көрсеткіштері арасында теориялық-ақпарат өлшемі ретінде қолданылады (Kurmankozhayev, 2013: 460; Kurmankozhayev, 2014:775).

Зерттеу нәтижелері мен оны талқылау

Бедерге тән нүктелер арасындағы арақашықтықты қалыптастыруды және олардың арасындағы арақашықтықтың артуын статистикалық талдау кезінде натуралды-эксперименталдық объекті ретінде рельефі күрделі Жамбыл облысының Жуалы ауданының таулы жері алынды. Бұл объектілердің түсірілімдерінің нақтылы материалдары бойынша орындалған топографиялық жоспар 1:2000 масштабына сәйкес жасалған, ол топографиялық түсірілімнің қазіргі ережесінің талаптарына сәйкес дайындалған.

Жамбыл облысы Жуалы ауданының таулы жері (М 1:2000)

$$\Delta h = \frac{X_{max} - X_{min}}{1 + 3.21gn} = 199,7 \quad (4)$$

Бедер биіктігінің алғашқы айырымының квадратының эмпирикалық жиілігін есептеу мәндері бойынша (1-кесте) жоғарыда көрсетілген жер аумағы бойынша эмпирикалық таралулардың гистографиялық қисығы тұрғызылған (1-сурет).

1-кесте – Биіктік мәні таралуының эмпирикалық сипаттамасының статистикалық есепу нәтижесі

Аралық	Аралықтың орташа мәні	Жиілік	Жиіліктік	Жинақталған жиіліктік
0 – 200	100	100	0,84	0,84
200 – 400	300	7	0,06	0,90
400 – 600	500	4	0,03	0,93
600 – 800	700	1	0,01	0,94
800 – 1000	900			0,94
1000 – 1200	1100	4	0,03	0,97
1200 – 1400	1300	2	0,02	0,99
		118	1	

Алынған статистикалық мәліметтер бойынша жасалынған гипсографиялық қисық бойынша анықталғандай, күрделі бердерге таралудың ықтималдық жиіліктерінің радиалды оң асимметриялық формалық қалыптасуы тән екені байқалады. Жоғары таулы бедер жағдайында алғашқы айырым квадраты шамасының нақты мәндерін таралуы жергілікті жердің жазықтықты немесе төбелі типтеріне қатысты біршама өзгеретіндігімен ерекшеленеді, олардың таралу диапазонына біршама асимметриялық өзгерістер тән болып келеді.

Қорытынды

Жұмыста бедердің геоморфологиялық құрылымының күрделілігі және морфометриялық белгілер ауытқуының деңгейлік көрсеткіштері моделдік бағалаулар арқылы толық сипатталатыны анықталды. Жер бедерінің морфометриялық белгілерінің, бедер биіктіктерінің таралу өзгерістерінің және де геоморфологиялық құрылымдарының ерекшеліктері арқылы түрлі ауытқулық деңгейлері анықталатыны тұжырымдалды.



1-сурет – Бедер биіктігінің алғашқы айырым квадраты мәні бойынша есептелінген дисперсия таралуының гипсометрикалық қисығы, Жамбыл облысының Жуалы ауданы бойынша

Бұл ұсынылған тәсілге тән анықталған заңдылық: «жер бедері биіктіктерінің шашырауының дисперсиялық өлшемі өскен сайын ауытқу көрсеткіші де тура пропорционалды өседі, ал амплитудалық шектемелі өзгеріс мәні өскен сайын ауытқулық көрсеткіш деңгейі кері пропорционалды төмендей түседі». Бұл заңдылықта бедерге тән табиғи заңдылық дұрыс және тиімді орын алған.

Сонымен қатар, жер бедерінің құрылымдарын зерттеу арқылы олардың түрлері анықталып, дисперсия өлшемімен амплитудалық шектемелі өзгеріс шамасын қолдану арқылы жер бедерінің морфометриялық белгілерінің ауытқулық көрсеткішін бағалау тәсілі туындады. Бұл әдістеменің аналитикалық негізі ретінде морфометриялық мәндердің статистикалық таралуының модельді шамасы мен дисперсия

өлшемі пайдаланылды. Жер бедерінің геоморфологиялық құрамының күрделіліктік сипаттамасын бағалаудың жаңа үлгісі, морфометриялық белгілердің ауытқулық көрсеткіш бағаламасы және олардың статистикалық таралуының шамасы бірқұрамды түрлендіру негізінде алынды.

Бұл ұсынылған әдістемеге сәйкес анықталған заңдылықтар: «жер бедерінің геоморфологиялық құрамының күрделілік деңгейі морфометриялық белгілердің ауытқу көрсеткішіне және шектелінген амплитудалық өзгеріс мәндеріне тура пропорционалды, ал белгілердің статистикалық таралуының мәніне кері пропорционалды заңдылықтармен өзгереді». Бұл заңдылықтар геоморфологиялық сандық үлгілеуде ұсынылған тәсіл мен әдістеменің тиімділігінің негізгі дәлелі болады.

Әдебиеттер

- Видуев Н.Н., Ковтун Н.Т., Полищук Ю.В. Сечение рельефа и масштаба топографической карты. //Инженерная геодезия: респ. межвед. научно-технический сборник. – Киев: Будвельник, 1993. – Вып. 14. – С. 131-143.
- Курманкожаев А., Сарыбаев Е.С. Специфические особенности распространения морфометрических признаков рельефа различной сложности //Вестник КазНТУ. – Алматы, 2013. – №2. – С. 39-44.
- Неумывакин Ю.К. Об определении характеристики сложности стереорисовки рельефа на основе теории информации //Геология и аэрофотосъемка. – М., 1987. – Вып. 6. – С. 121-128.
- Николаев С.А. О закономерностях строения рельефа //Сб. статей по картографии. – Геодиздат, 1984. – Вып. 7. – С. 56-60.
- Париев Р.Х. Некоторые вопросы закономерностей строения рельефа //Ученые зап. Азерб. Гоч. Универ. Серия геолого-геогр. – Баку: Наука, 1966. – №4. – С. 88-93.
- Сарыбаев Е.С. К оценке геоморфологической сложности топографического поля местности //Труды международной научно-практической конференции «Подготовка инженерных кадров в контексте глобальных вызовов XXI века». – Алматы: КазНТУ, 2013. – Т.IV. – С. 406-408.
- Сарыбаев Е.С. Методика оценки площадей при использовании топографических карт и измерений их значений по земельным участкам //Труды международной научно-практической конференции «Инновационные и наукоемкие технологии в строительной индустрии». – Алматы: КазГАСА, 2013. – С. 129-134.

Сарыбаев Е.С. Развитие морфометрического метода изучения геоморфологического строения рельефа земной поверхности //Вестник КазНТУ. – Алматы, 2014. – №3. – С. 7-13.

Соболевский П.К. Геодезия: справочное руководство.- Изд-во Наркомхоза РСФСР, 1941. – Т.8. – С. 23-31.

Степне Я.Я. О способах изображения рельефа на мелкомасштабных топокартах. – М.: Геодезия, 1987. – 144 с.

Шехтман А.Н. О достаточности числа наблюдений для получения среднего значения заданной точности //Труды НИИ аэроклиматологии. – М.: Гидрометеиздат, 1989. – Вып.8. – С. 44-51.

AthanasiosDermanis. Geomatic Methods for the Analysis of Data in the Earth Sciences (Lecture Notes in Earth Sciences) Springer; 2000, 256 p.

Cyril Fleurant and Sandrine Fleurant. Mathematics for Earth Science and Geography: Introductory Course with Practical Exercises and R/Xcas Resources (Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment) Springer; 2017, 120 p.

Don J. Easterbrook. Interpretation of Landforms from Topographic Maps and Air Photographs: A Laboratory Manual Prentice Hall; 1998, 193 p.

D. H. Maling. Measurements from Maps: Principles and Methods of Cartometry. PergamonPr; 1989, 577 p.

Gareth Shaw and Dennis Wheeler. Statistical Techniques in Geographical Analysis. Wiley; 1994, 359 p.

Joseph L. Awange. Mathematical Geosciences: Hybrid Symbolic-Numeric Methods Springer; 2017, 596 p.

Kosmas Pavlopoulos and Niki Evelpidou. Mapping Geomorphological Environments Springer; 2009, 236 p.

Kurmankozhayev A.K., Sarybaev E.S., Kalaman Y. Distribution model for the extremely asymmetric types of formation of geo-features' frequency values //Journal Wulfenia. – Austria, Klagenfurt, 2013. – Vol 21, №2. – P. 460-468.

Kurmankozhayev A., Vaclav Nemeck, Sarybayev E. Assessing the complexity of topographic mass in complex terrains. EGU General Assembly. -Viena, 2014. – P. 775.

Lambert Rivard. Complex Terrain Mapping: Integrated Use of Stereo Air Photos and Satellite Images. Springer; 2014, 306 p.

Maarten Hooijberg. Geometrical Geodesy: Using Information and Computer Technology Springer; 2008, 439 p.

Manfred M. Fischer. Spatial Data Analysis: Models, Methods and Techniques (Springer Briefs in Regional Science) Springer; 2011, 80 p.

Michael Bishop and John F. Shroder. Geographic Information Science and Mountain Geomorphology (Springer Praxis Books) Springer; 2004, 486 p.

Muller, Lafflamme. The Digital Terrain Model-Theory and application //Programmatic Engineering. – 1998. – Vol. XXIV, № 3. – P. 433-442.

Schulz Corg. Die topographische Substrans unter Vercuch inter mfstabeunthema immanenten kartographischen Bearbeitung // Allg. VermessNachr. – 1972. – №8. – P. 299-307.

Zekai Sen. Spatial Modeling Principles in Earth Sciences Springer; 2016, 413 p.

References

Viduyev N.N., Kovtun N.T., Polishchuk Yu.V. (1993). Secheniyerelyefaimasshtabatopograficheskoykarty. [Cross-section of the topography and scale of the topographic map]. //Inzhenernaya geodeziya: resp. mezhved. nauchno-tekhnicheskiiy sbornik. – Kiyev: Budivelnik. – №14 – s.131-143.

Kurmankozhayev A., Sarybayev E.S. (2013). Spetsificheskiye osobennosti rasprostraneniya morfometricheskikh priznakov relyefarazlichnoy slozhnosti. [Specific features of the distribution of morphometric relief features of varying complexity] Vestnik KazNTU. – Алматы. – №2 – s.39-44.

Neumyvakin Yu.K. (1987). Ob opredelenii kharakteristiki slozhnosti stereoorisovki relyefa na osnove teorii informatsii. [On the definition of the characteristic of the complexity of the stereotyped relief on the basis of information theory] Geologiya i aerofototsyemka. –Moscow–№6 – s.121-128.

Nikolayev S.A. (1984). O zakonmernostyakh stroyeniya relyefa. [On the regularities of the structure of the relief] Sb. stateypokartografii.-Geodezizdat. –№7 –s.56-60.

Pariyev R.Kh. (1966). Nekotoryye voprosy zakonmernostey stroyeniya relyefa. [Some questions of patterns of the structure of the relief] Uchenyye zap. Azerb. Goch. Univer. Seriyageologo-geogr.-Baku: Nauka. –№4 –s.88-93.

Sarybayev E.S. (2013). K otsenke geomorfologicheskoy slozhnosti topograficheskogo polya mestnosti. [To assess the geomorphological complexity of the topographic field of the area] Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Podgotovka i razvitiye kadrov v kontekste globalnykh vyzovov XXI veka». – Алматы: KazNTU. –№4 –s. 406-408.

Sarybayev E.S. (2013). Metodika otsenki ploshchadey pri ispolzovanii topograficheskikh kart i izmereniy ikh znacheniy po zemelnym uchastkam. [Method for estimating areas using topographic maps and measuring their values for land plots]. Trudy mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Innovatsionnyye naukoymkiye tekhnologii v stroitelnoy industrii». – Алматы: KazGASA. –s. 129-134.

Sarybayev E.S. (2014). Razvitiye morfometricheskogo metoda izucheniya geomorfologicheskogo stroyeniya relyefazemnoy poverkhnosti. [Development of the morphometric method of studying the geomorphological structure of the relief of the earth's surface] Vestnik KazNTU. – Алматы. –№3 –s.7-13.

Sobolevskiy P.K. (1941). Geodeziya. [Geodesy] spravochnoye rukovodstvo.- Izd-vo Narkomkhozа RSFSR. –№8 –s.23-31.

Steppe Ya.Ya. (1987). O sposobakh izobrazheniya relyefanamelkomasshtabnykh topokartakh. [About ways of the image of a relief on small-scale topographic maps]. – Moscow: Geodeziya. –S.144 .

Shekhtman A.N. (1989). O dostatochnostichislanablyudeniydyapolucheniyasrednegoznacheniyazadannoytochnosti. [On the sufficiency of the number of observations to obtain the mean value of a given accuracy] Trudy NII aeroklimatologii. –MoscowGidrometeoizdat. –№8 –s.44-51.

AthanasiosDermanis. (2000).Geomatic Methods for the Analysis of Data in the Earth Sciences (Lecture Notes in Earth Sciences).Springer; 256 p.

Cyril Fleurant and Sandrine Fleurant. (2017).Mathematics for Earth Science and Geography: Introductory Course with Practical Exercises and R/Xcas Resources (Springer Textbooks in Earth Sciences, Geography and Environment).Springer; 120 p.

Don J. Easterbrook. (1998).Interpretation of Landforms from Topographic Maps and Air Photographs: A Laboratory Manual Prentice Hall; 193 p.

D. H. Maling. (1989).Measurements from Maps: Principles and Methods of Cartometry. PergamonPr; 577 p.

Gareth Shaw and Dennis Wheeler. (1994).Statistical Techniques in Geographical Analysis. Wiley; 359 p.

Joseph L. Awange. (2017). Mathematical Geosciences: Hybrid Symbolic-Numeric Methods Springer; 596 p.

Kosmas Pavlopoulos and Niki Evelpidou. (2009).Mapping Geomorphological Environments Springer; 236 p.

Kurmankozhayev A.K., Sarybaev E.S., Kalamani Y. (2014). Distribution model for the extremely asymmetric types of formation of geofeatures' frequency values. Journal Wulfenia. – Austria, Klagenfurt, – Vol 21, №2.-P. 460-468.

Kurmankozhayev A., Vaclav Nemecek, Sarybayev E. (2014). Assessing the complexity of topographic mass in complex terrains. EGU General Assembly.-Viena,- P. 775.

Lambert Rivard. (2014).Complex Terrain Mapping: Integrated Use of Stereo Air Photos and Satellite Images.Springer;306 p.

Maarten Hooijberg. (2008). Geometrical Geodesy: Using Information and Computer Technology.Springer; 439 p.

Manfred M. Fischer. (2011). Spatial Data Analysis: Models, Methods and Techniques (SpringerBriefs in Regional Science). Springer; 80 p.

Michael Bishop and John F. Shroder. (2004).Geographic Information Science and Mountain Geomorphology (Springer Praxis Books) Springer; 486 p.

Muller, Laflamme. (1998).The Digital Terrain Model-Theory and application. Programmatic Engineering.-Vol. XXIV, № 3.-P. 433-442.

Schulz Corg. (1972). Die topographischeSubstrans unter Vercuch inter mfstabeunthema immanentenkartographischen Bearbeitung. Allg. VermessNachr. – №8.-P.299-307.

Zekai Sen. (2016). Spatial Modeling Principles in Earth Sciences.Springer; 413 p.