

УДК 631.62:551.4

**Коптюк Р. М., к.т.н., доцент, Рокочинський А. М., д.т.н., професор** (Національний університет водного господарства та природокористування, м. Рівне)

## **ОЦІНКА МЕЛІОРАТИВНОЇ ЕФЕКТИВНОСТІ РЕЛЬЄФУ МІСЦЕВОСТІ В ПРОЕКТАХ БУДІВНИЦТВА ТА РЕКОНСТРУКЦІЇ ОСУШУВАЛЬНИХ СИСТЕМ**

Представлено результати оцінювання характеру і ступеня впливу розвинутого рельєфу місцевості на формування водного режиму і врожаю вирощуваних культур з урахуванням множинних природно-агро-меліоративних умов реального об'єкта на основі показника меліоративної ефективності рельєфу.

**Ключові слова:** оцінка, меліоративна ефективність, рельєф місцевості, проекти будівництва та реконструкції, осушувальна система.

**Розвитку меліорацій в Україні** взагалі, і в зоні осушення зокрема, притаманні всі загальні об'єктивно зумовлені як позитивні, так і негативні тенденції, детально розглянуті академіком Б.Б. Шумаковим наприкінці ХХ сторіччя [1].

Існуючі осушувальні системи за рівнем надійності й, відповідно, вартості перевищують можливий рівень отриманого ефекту, що складає в кращому випадку 60...70% від проектного. Як показали практика та накопичений досвід, однією з багатьох причин є наявність розвинутого рельєфу осушуваних земель, який, в свою чергу, може визначально впливати на технологію водорегулювання і конструкцію меліоративних систем [2].

На території з розвинутим рельєфом заданий рівень ґрунтових вод підтримується лише на незначній частині меліорованого масиву. В пониженнях місцевості може мати місце вихід ґрунтових вод на денну поверхню, а на підвищеннях залягання РГВ значно перевищує норму осушення. У зоні надлишкового зволоження менше заболочені підвищені елементи рельєфу (водорозділи, круті схили), з яких атмосферні опади стікають у вигляді поверхневого стоку, перезволожуючи, тим самим, нижче розташованої території. Найбільш заболочені безстічні, слабо-проточні пониження та безпохилі рівнини, на яких застоюються поверхневі води, особливо при недостатній природній дренажності території [2].

На осушуваних землях з розвинутим рельєфом місцевості згідно діючого в Україні нормативу ДБН В.2.4-1-99. «Меліоративні системи та споруди» додаткове зволоження (попереджувальне і зволожувальне шлюзування) застосовується в ґрунтах з коефіцієнтом фільтрації не менше 0,5 м/добу при ухилах поверхні до 0,005 та при близькому (до 2 м) заляганні рівня ґрунтових вод (РГВ) до поверхні землі [3].

Проте, як показують результати теоретичних досліджень, а також накопичений досвід та практика створення й функціонування водогосподарсько-меліоративних об'єктів у гумідній зоні, вже при похилах більших за 0,002 не досягається необхідний рівень вологозабезпеченості сільськогосподарських культур при застосуванні попереджувального та зволожувального шлюзування на значній частині осушуваних земель, що, в свою чергу, впливає на зниження врожаю та загальної ефективності меліорацій.

Тому на стадії проектування потрібно виконувати оцінку нерівномірності рельєфу осушуваних масивів, який, у свою чергу, впливає на водний режим осушуваних земель. На основі особливостей формування водного режиму слід диференційовано визначати площі осушуваного масиву, на яких меліоративна система буде працювати в режимі осушення, попереджувального шлюзування чи підґрунтового зволоження й відповідно формувати різний водний режим.

**Проектування водорегулювання** осушуваних земель щодо типу і конструкції гідромеліоративних систем, що визначаються відповідними технологіями водорегулювання,

спирається на необхідність створення комплексу прогнозно-імітаційних моделей для прогнозу на довгостроковій основі схематизованих погодно-кліматичних умов місцевості, водного режиму і технологій водорегулювання, а також продуктивності меліорованих угідь. При цьому модель водного режиму у згаданому комплексі моделей є визначальною [4].

У розвиток досліджень, започаткованих в Україні для зони надмірного та нестійкого зволоження, кафедрою природооблаштування та гідромеліорацій НУВГП були розроблені наукові принципи, методи і моделі оптимізації технічних і технологічних рішень з водорегулювання осушуваних земель при будівництві та реконструкції меліоративних об'єктів, які ефективно працюють при малих ухилах рельєфу місцевості до 0,001 [4].

Характерною особливістю формування водного режиму осушуваних земель з розвиненим рельєфом є утворення поверхневого стоку, нерівномірний розподіл вологи та глибини залягання рівня ґрунтових вод на системі, що має бути обов'язково враховане в моделі довгострокового прогнозу водного режиму і технологій водорегулювання осушуваних земель і надалі при реалізації моделі з оптимізації типу та конструкції осушувальних систем [5].

Водний режим є складним природно-техногенним явищем та може бути представлений системою виду [4]

$$\begin{aligned} \text{рельєф } (\Delta H_{gi}, i) \Leftrightarrow \text{водний режим (режим вологості, } WPh; \\ \text{режим РГВ, } Hg) \Leftrightarrow \text{врожай } (Y), \end{aligned} \quad (1)$$

в якій діють чинники:

$\Delta H_{gi}$  – перепад рівнів поверхні землі;

$i$  – ухил поверхні;

$WPh$  – продуктивні вологозапаси розрахункового кореневмісного шару ґрунту;

$Hg$  – глибина рівня ґрунтових вод;

$Y$  – продуктивність осушуваних земель.

Таким чином, модель довготермінового прогнозу водного режиму і технологій водорегулювання осушуваних земель з урахуванням рельєфу місцевості ґрунтується на реалізації рівняння водного балансу активного кореневого шару ґрунту з урахуванням утворення поверхневого стоку та рівняння балансу рівня ґрунтових вод з урахуванням перепадів поверхні землі ( $\Delta H_{gi}$ ) [6-8].

**За існуючою морфометричною класифікацією** рельєфу місцевості на осушуваних землях за розміром окремих форм у межах визначеного мезорельєфу можна представити поєднанням мікроформ та наноформ [9].

Основними лінійними показниками, що характеризують умови формування рельєфу місцевості, виступають ухил поверхні землі ( $i$ ) та перепади поверхні землі: загальний ( $\Delta H_{gi}$ ), за ухилом ( $\Delta H_i$ ) та у локальних підвищеннях або пониженнях ( $\pm \Delta h_g$ ).

На підставі аналізу, узагальнення та систематизації рельєфних умов проектів реальних об'єктів, розташованих в зоні достатнього та нестійкого зволоження України, виділено і пропонується розглядати основні чотири схеми їх формування за ухилами та перепадами поверхні землі (рис. 1) [10]:

а)  $i = 0$ ,  $\Delta H_i = 0$ ,  $\Delta h_g = 0$  – відсутність ухилів та перепадів поверхні землі (базові умови);

б)  $i = 0$ ,  $\Delta H_i = 0$ ,  $\Delta h_g \neq 0$  – відсутність ухилів та наявність локальних перепадів поверхні землі (локальні пониження або підвищення);

в)  $i \neq 0$ ,  $\Delta H_i \neq 0$ ,  $\Delta h_g = 0$  – наявність ухилів та перепадів за ухилами, відсутність локальних перепадів поверхні землі;

$i \neq 0$ ,  $\Delta H_i \neq 0$ ,  $\Delta h_g \neq 0$  – наявність ухилів, перепадів за ухилами та локальних перепадів поверхні землі.

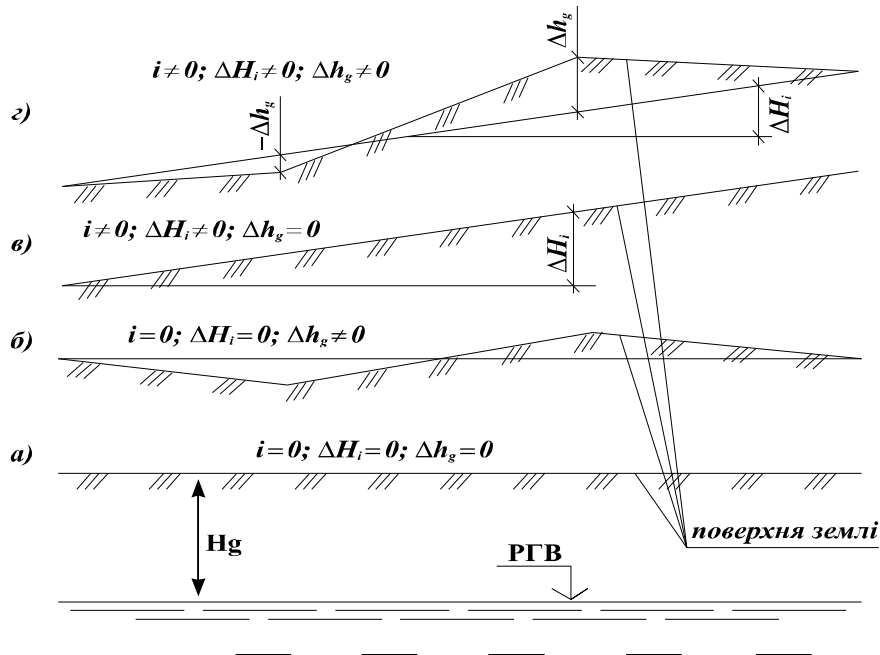


Рис. 1. Основні розрахункові схеми зміни рельєфу осушуваних земель

Тому глибина залягання рівня ґрунтових вод у межах осушуваного масиву з урахуванням зміни відповідних форм рельєфу місцевості у загальному випадку  $H'_g$  може бути представлена:

$$H'_g = H_g + \Delta H_{gi}, \text{ м} \quad (2)$$

$$\Delta H_{gi} = \Delta H_i \pm \Delta h_g, \text{ м}, \quad (3)$$

$$\Delta H_i = i \cdot L, \text{ м}, \quad (4)$$

де  $H_g$  – глибина залягання рівня ґрунтових вод, м;

$\Delta H_{gi}$  – перепад рівнів поверхні землі, м;

$\Delta H_i$  – перепад поверхні землі за ухилом, м;

$\pm \Delta h_g$  – перепад у локальних підвищеннях або пониженнях поверхні землі;

$i$  – ухил поверхні;

$L$  – довжина типової ділянки ґрунту.

Враховуючи ієрархічний підхід до побудови і реалізації моделі оптимізації з обґрунтування конструктивних рішень щодо типів, конструкцій та параметрів гідромеліоративної системи, ухили та перепади поверхні землі слід визначати в межах меліорованого поля, прив'язаного до регулюючої мережі та ґрунтів для змінних вирощуваних культур проектної сівозміни і варіантів проектних рішень за способами водорегулювання [4, 7].

Таким чином, схематизація рельєфних умов осушуваних земель дає змогу удосконалити існуючу модель довготермінованого прогнозу водного режиму та технологій водорегулювання через врахування балансу ґрунтових вод з різним рівнем їх залягання у межах кожної виділеної рельєфної одиниці осушуваного масиву.

Для оцінювання рівня і характеру зв'язку між складовими системи (1) був спланований масштабний машинний експеримент, узагальнені та схематизовані природні й агроеліоративні умови реальних об'єктів в зоні достатнього і нестійкого зволоження України.

Встановлено, що характер і рівень впливу рельєфу місцевості, разом з іншими

чинниками впливу на формування водного режиму та врожаю вирощуваних культур при різних технологіях водорегулювання, має виражений оптимум, який диференційовано формується в залежності від множинних природних та агроеліоративних умов реального об'єкта (рис. 2).

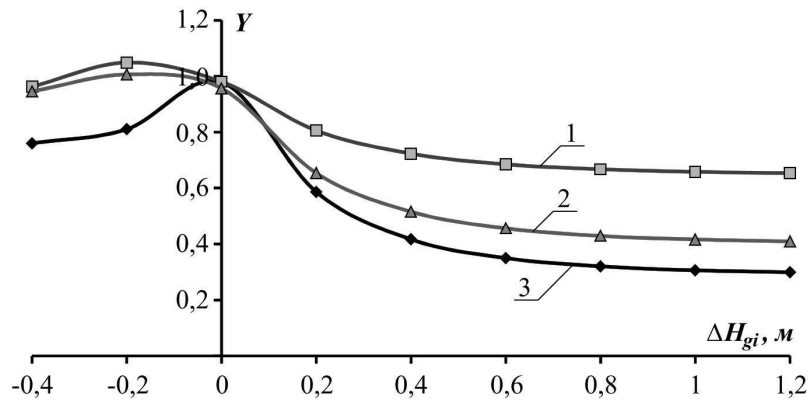


Рис. 2. Продуктивність різних видів сільськогосподарських культур залежно від розвиненості рельєфу осушуваних земель:  
1 – озима пшениця; 2 – картопля; 3 – багаторічні трави на зелену масу

При цьому, продуктивність меліорованих земель в умовах розвиненого рельєфу місцевості у порівнянні з базовими умовами змінюється в значних межах (до  $\pm 60\%$ ).

У зв'язку з цим, вважаємо за доцільно ввести поняття **меліоративна ефективність рельєфу**. Це показник, який є відносною величиною та визначається відношенням продуктивності земель (врожайності культур) з різним ступенем розвиненості рельєфу ( $i \neq 0$ ,  $\Delta H_{gi} \neq 0, м$ ) до його значень в рівнинних умовах ( $i = 0$ ,  $\Delta H_{gi} = 0, м$ ), і характеризує можливий рівень продуктивності меліорованих земель залежно від ступеня розвиненості рельєфу місцевості.

Узагальнена характеристика оцінки меліоративної ефективності рельєфу осушуваних земель за середньозваженими в часі та просторі його показниками наведена в табл. 1.

Таблиця 1

Меліоративна ефективність рельєфу осушуваних земель

Ступінь розвиненості рельєфу	Кількісні показники рельєфу		Показник меліоративної ефективності	Меліоративна ефективність рельєфу
	$i$	$\Delta H_{gi}, м$		
Слабо розвинений	$< 0,001$	$< 0,2$	1,0...1,2	Висока
Середньо розвинений	0,001...0,004	0,2...0,6	0,8...1,0	Середня
Сильно розвинений	$> 0,004$	$> 0,6$	0,4...0,8	Низька

Наявність вираженого оптимуму при різному ступені розвиненості рельєфу осушуваних земель за множинними природними та агроеліоративними умовами зумовлює необхідність застосування оптимізаційного підходу до обґрунтування проектних рішень щодо технологій водорегулювання та пов'язаних з ними типу й конструкції системи на осушуваних землях з розвиненим рельєфом місцевості.

Більш точні значення меліоративної ефективності при певних природних та агроеліоративних умовах можуть бути визначені за відповідними прогнозно-імітаційними розрахунками.

**За загальноприйнятою практикою** на стадії розробки проектних рішень щодо типів, конструкцій та параметрів гідромеліоративної системи виконується прокладання трас каналів і колекторів та побудова їх поздовжніх профілів, з яких можна отримати дані по ухилах та перепадах поверхні землі, в цілому по площі системи та її складових ієрархічних рівнях (на рівні меліорованого поля для культур проектної сівозміни, на рівні ґрунтів у межах системи, на рівні структурних елементів системи за характерними рельєфними умовами тощо).

Потужною САПР при проектуванні водогосподарсько-меліоративних об'єктів є AutoCAD Civil 3D, робочі процеси в якій базуються на технології інформаційного моделювання. Даний програмний комплекс дає змогу виконувати роботи в області геодезії, топографії, генплану, геології, вертикального планування і впорядкування території, нового будівництва і реконструкції лінійно протяжних об'єктів (автомобільні і залізничні дороги, канали, дамби, напірні та безнапірні трубопроводи), використовувати бази даних ГІС (геоінформаційні системи), виконувати аналіз поверхні землі за ухилами та висотними відмітками, моделювати складні водозбори та визначати напрями стоку, містить інструменти для планування поверхні землі.

Тому, на передпроектній стадії нами пропонується виконувати аналіз поверхні землі за відповідними показниками використовуючи програмний комплекс AutoCAD Civil 3D.

Для визначення меліоративної ефективності рельєфу осушувальної системи «Іква» Дубенського району Рівненської області було побудовано модель рельєфу, досліджено характер поверхні та визначено необхідні показники та їх значення: висоти, перепади, ухили, площі характерних ділянок (табл. 2, рис. 3).

Таблиця 2

Меліоративна ефективність рельєфу осушуваних земель

№ ділянки	Кількісні показники рельєфу		Площа		Ступінь розвиненості рельєфу	Показник меліоративної ефективності	Меліоративна ефективність рельєфу
	Ухил, $i$	$\Delta H_{gi}$ , м	га	%			
По характерних ділянках рельєфу							
1	0,004	0,5	31,8	9,6	середньо розвин.	0,96	середня
2	0,001	0,2	143,2	43,4	слабо розвин.	1,02	висока
3	0,002	0,3	78,4	23,8	середньо розвин.	0,92	середня
4	0,003	0,4	35,7	10,8	середньо розвин.	0,87	середня
5	0,018	0,9	40,9	12,4	сильно розвин.	0,64	низька
В цілому по системі							
	0,004	0,34	330	100	середньо розвин.	0,93	середня

Виконаний аналіз рельєфу поверхні землі досліджуваної меліоративної системи показав, що середньозважений ухил становить 0,004, а загальний середньозважений перепад – 0,34 м. Таким чином, рельєф осушувальної системи за ступінню розвиненості є середньо розвиненим, а меліоративна ефективність рельєфу – середня, показник якої може знаходитись у межах 0,8...1,0.

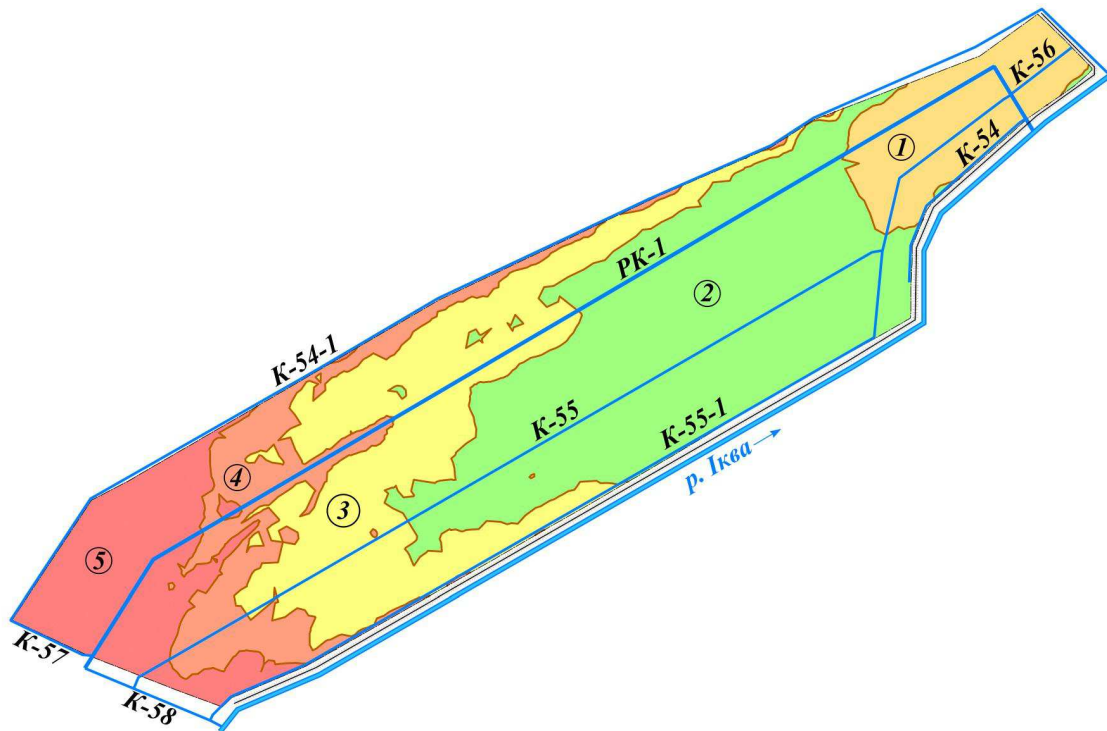


Рис. 3. Меліоративна ефективність рельєфу осушувальної системи «Іква» Дубенського району Рівненської області

Визначені середньозважені ухили та перепад поверхні землі можна використати у прогнозно-оптимізаційних моделях щодо вибору раціональних технологічних і конструктивних рішень з водорегулювання осушуваних земель в умовах розвиненого рельєфу.

**Таким чином,** урахування розвиненого рельєфу місцевості в прогнозно-оптимізаційних моделях щодо вибору раціональних технологічних та конструктивних рішень з водорегулювання осушуваних земель дасть змогу підвищити рівень обґрунтованості типу та конструкції осушувальних систем у проектах їх будівництва та реконструкції.

1. Шумаков Б. Б. Мелиорация в XXI веке // Мелиорация и водное хозяйство. – 1996. – № 3. – С. 4–6.
2. Коптюк Р. М., Рокочинський А. М. Обґрунтування необхідності та сучасні підходи до оптимізації конструкцій осушувальних систем з урахуванням рельєфу місцевості // Вісник Національного університету водного господарства та природокористування: Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2008. – Вип. 1 (41). – С. 476–483.
3. ДБН. В 2.4-1-99 Меліоративні системи та споруди. – К., 1999. – 174 с.
4. Рокочинський А. М. Наукові та практичні аспекти оптимізації водорегулювання осушуваних земель на еколого-економічних засадах.: Монографія / За редакцією академіка УААН Ромащенко М. І. – Рівне : НУВГП, 2010. – 351 с.
5. Рокочинський А. Н., Коптюк Р. Н. Учет поверхностного стока при оценке эффективности водорегулирования осушаемых земель с развитым рельефом // Роль мелиорации в обеспечении продовольственной и экологической безопасности России: Сб. материалов Международной науч.-практ. конф. – Ч. 1. – М. : ФГОУ ВПО МГУП, 2009. – С. 500–505.
6. Тимчасові рекомендації з прогнозої оцінки водного режиму та технологій водорегулювання осушуваних земель у проектах будівництва й реконструкції меліоративних систем / А. М. Рокочинський, В. А. Сташук, В. Д. Дупляк, Н. А. Фроленкова, Р. М. Коптюк та ін. – Рівне : НУВГП, 2011. – 54 с.
7. Коптюк Р. М., Рокочинський А. М. Врахування рельєфу місцевості в прогнозно-оптимізаційних розрахунках проектів нового будівництва й реконструкції осушувальних систем // Вісник

національного університету водного господарства та природокористування: Зб. наук. праць. – Рівне : НУВГП, 2011. – Вип. 1 (55). – С. 9–14.

8. Рокочинский А. Н., Коптюк Р. М. Модель прогноза водного режима технологий водорегулирования осушаемых земель с учетом рельефа местности // Достижения и перспективы инновационного развития мелиоративной науки Беларуси: доклады международной науч. конф., посвященной 100-летию Института мелиорации, Минск, 14-16 декабря 2010 г. / Национальная академия наук Беларуси, РУП "Научно-практический центр НАН Беларуси по земледелию", РУП "Институт мелиорации". – Минск, 2011. – С. 317–323.

9. Рычагов Г. И. Общая геоморфология: учебник. – 3-е изд., перераб. и доп. / Г. И. Рычагов. – М. : Изд-во Моск. ун-та : Наука, 2006. – 416 с.

10. Коптюк Р. М., Будз М. Д., Рокочинський А. М. Вплив нерівномірності рельєфу на будівництво та реконструкцію осушувальних систем // Меліорація і водне господарство: Міжвідом. темат. наук. зб. – К. : Аграрна наука, 2011. – Вип. 99. – С. 98–102.

Рецензент: д.т.н., професор Рокочинський А. М. (НУВГП)

**Koptiuk R. M., Candidate of Engineering, Associate Professor, Rokochynskiy A. M., Doctor of Engineering, Professor** (National University of Water Management and Nature Resources Use, Rivne)

#### **EVALUATION OF LAND RECLAMATION TERRAIN EFFICIENCY IN THE DRAINAGE SYSTEMS CONSTRUCTION AND RECONSTRUCTION PROJECTS**

The results of considerable terrain effect nature and impact evaluation on the formation of water regime and crops taking into account the multiple natural and agro-land reclamation conditions of existing object based on the terrain reclamation efficiency index are displayed.

**Keywords: evaluation, land reclamation efficiency, terrain, construction and reconstruction projects, drainage system.**

**Коптюк Р. Н., к.т.н., доцент, Рокочинский А. Н., д.т.н., профессор** (Национальный университет водного хозяйства и природопользования, г. Ровно)

#### **ОЦЕНКА МЕЛИОРАТИВНОЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ РЕЛЬЕФА МЕСТНОСТИ В ПРОЕКТАХ СТРОИТЕЛЬСТВА И РЕКОНСТРУКЦИИ ОСУШИТЕЛЬНЫХ СИСТЕМ**

Представлены результаты оценки характера и степени влияния развитого рельефа местности на формирование водного режима и урожая выращиваемых культур с учетом множественных природно-агро-мелиоративных условий реального объекта на основе показателя мелиоративной эффективности рельефа.

**Ключевые слова: оценка, мелиоративная эффективность, рельефа местности, проекты строительства и реконструкции, осушительная система.**