

УДК: 551.4: 631.452

**ФАЦИАЛЬНАЯ ДИФФЕРЕНЦИАЦИЯ ПОЧВЫ ПО УРОВНЯМ ПЛОДОРОДИЯ**

© 2015 И.Ф. Медведев, К.А. Азаров, Д.И. Губарев, Д.А. Анисимов

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение  
«Научно-исследовательский институт сельского хозяйства Юго-Востока», г. Саратов

Статья поступила в редакцию 20.11.2015

В статье излагаются результаты геоморфологического обследования и почвенно-агрохимического тестирования почв отдельно взятого поля, на основе полученных результатов сформирована контурная система питательных элементов (гумус, NPK, pH), по модернизированной формуле проведенная бонитировка почв отдельных контуров и поля в целом, проведена внутриландшафтная фациальная типизация рельефа.

*Ключевые слова:* геоморфология, балл бонитета, контуры, типизация.

В условиях выраженного рельефа причиной внутрипольного колебания уровня урожайности и его качества является пестрота почвенного плодородия и геоморфологическая напряженность поверхности поля.

Согласно существующим методам качественной оценки, уровни плодородия почв интерполируются через балл бонитета [1,4]. При этом полностью игнорируется рельеф почвы, который через микроклимат принимает активное участие в формировании как потенциального, так и эффективного плодородия почвы, а значит и балла бонитета почвы.

Одним из основных направлений повышения эффективности использования почвенного покрова в условиях его высокой деградации – фациальная типизация земельных ресурсов в агроландшафте.

При реализации этого направления качественная оценка почвенного покрова (бонитировка) позволяет наиболее объективно провести внутриполевою экологически обоснованную дифференциацию поля на рабочие участки и их позиционирование в пространстве по фациям агроландшафта [3,6]. Дифференциация почвы по фациям агроландшафта с учетом балла бонитета способствует повышению экологической безопасности использования земельных ресурсов и экономической эффективности от применения антропогенной энергии в процессе интенсификации земледелия.

**МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЙ**

В качестве объектов для исследования использовали тестовый полигон №2, расположенный на черноземах обыкновенных.

*Медведев Иван Филиппович, доктор сельскохозяйственных наук, профессор, главный научный сотрудник, заведующий отделом экологии агроландшафтов.*

*E-mail: medvedev-iv@uandex.ru*

*Губарев Денис Иванович, кандидат сельскохозяйственных наук, старший научный сотрудник лаборатории агроландшафтов и ГИС.*

Полученные данные послужили основанием для разработки цифровых карт М 1:25000 по содержанию гумуса и элементов эффективного плодородия (pH, азот, фосфор, калий). Для построения тематических карт были использованы компьютерные программы AutoCAD, ArcView.

При построении трехмерной модели местности были использованы результаты инструментальной съемки микрорельефа полученные при помощи электронного тахеометра ELTA R50 с привлечением компьютерной программы Surfer 10.0.

Поконтурную дифференцированную бонитировку проводили по методу Е.Н. Кулаковской [2].

При расчете балла бонитета использовался принцип замкнутой шкалы [5]. Фациальная типизация проводилась в соответствии с методическими указаниями по полевым крупномасштабным ландшафтными исследованиям [8].

Эффективность удобрений испытывалась на трех рабочих участках с содержанием гумуса в почве 3,0%, 5,5% и 7,2% по следующей схеме 1. Без удобр.; 2. N34; 3. N68; 4. N102. Площадь учетных делянок 35м<sup>2</sup>.

**РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ**

В процессе геоморфологического анализа поля были зафиксированы минимальные и максимальные отметки с перепадами высот в 33 метра. Полученные результаты почвенно-агрохимического тестирования выявили определенную связь микрорельефа с уровнем содержания гумуса в почве. Умеренная корреляционная зависимость высот с уровнем содержания гумуса в почве доказывает влияние перепада высот на перераспределения гумуса по элементам рельефа. С учетом минимальных (197 м) и максимальных (230) отметок высот коэффициент вариации для всех показателей плодородия почв оказался значительным и превышал показатель в 20%.

В процессе обследования почвы (при пошаговом отборе смешанных образцов 1 с 5 га) и анализе

их в лабораторных условиях были получены данные содержания гумуса и питательных элементов в почве. С помощью компьютерной программы ArcView был сформирован спектр контуров с различным уровнем содержания в них гумуса, нитратного азота, подвижных форм фосфора и калия и реакции почвенного раствора (рН).

Анализ полученной контурной системы почвенного плодородия показал, что наибольшей вариабельностью отличается содержание гумуса в почве. Сложное геоморфологическое строение поверхности поля, интразональность по элементам рельефа микроклимата, тесная связь с минеральной частью почвы не способствует нивелированию его содержания в пространстве. Поэтому в процессе почвенно-агрохимической диагностики пашни на поле выявлено и сформировано 25 контуров (рис. 1).

Менее дифференцированной оказалась

почва по количеству контуров с различным уровнем содержания нитратов (7), подвижных форм фосфора (9) и калия (3), рН (10). Высокий уровень дифференциации содержания гумуса по сравнению с более подвижными в почве агрохимическими показателями обусловлен, прежде всего, геоморфологическим строением поверхности поля, уровнем активности микроклимата и процессов эрозии [6].

Полученные результаты почвенно-агрохимического тестирования уровней плодородия по различным агрохимическим показателям в пределах одного поля послужили основанием для проведения детальной качественной оценки почвы с учетом каждого выделенного контура (табл. 1).

На примере полученных данных содержания гумуса в почве по стандартной формуле был проведен качественный анализ состояния почвенного покрова анализируемого поля (1).

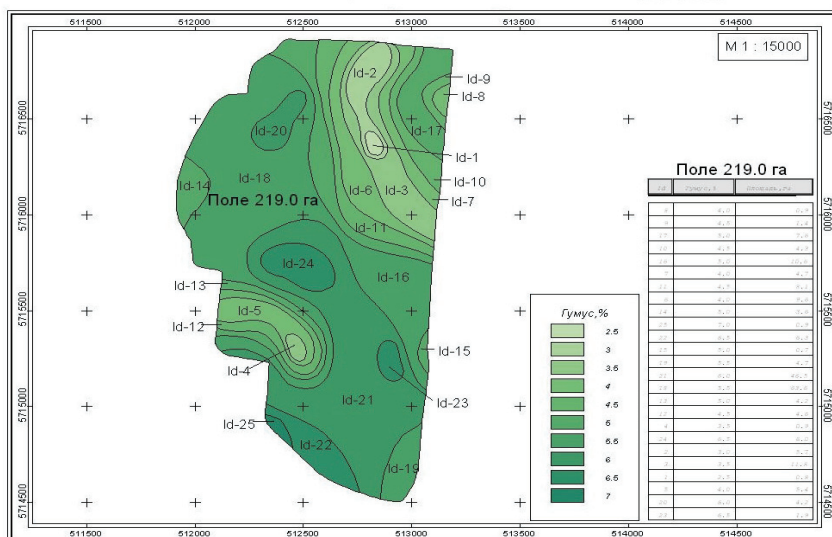


Рис. 1. Агрохимическая карта размещения на поле гумусовых контуров

Таблица 1. Оценочные показатели качественного состояния почвы

Градация по гумусу, %	Содержание гумуса в почве, %	Площадь групп гумусовых контуров		Балл бонитета	Класс почвы
		га	%		
Очень низкое	2,5	0,8	0,4	7,1	V
	3	5,7	2,6	14,3	
	3,5	12,7	5,8	21,4	IV
	4	20,6	9,4	28,6	
	4,5	18,4	8,4	35,7	
Низкое	5	26,7	12,2	42,9	III
	5,5	68,3	31,2	50	
Среднее	6	50,7	23,1	57,1	II
	6,5	14,2	6,5	64,3	
	7	0,9	0,4	71,4	
Повышенное	7,1-8,0		-	-	
Высокое	>8.0		-	-	
Средневзвешенный балл бонитета				45,8	

При этом балл бонитета, полученный при применении стандартной формулы без учета выделенных контуров составил 40 баллов,

$$B_i = \frac{X_{\text{факт}} - X_{\text{мин}}}{X_{\text{мах}} - X_{\text{мин}}} * 100, \quad (1)$$

где  $X_{\text{факт}}$  – фактическое значение показателя,

$X_{\text{мин}}$  и  $X_{\text{опт}}$  – минимальное и оптимальное значения показателя для данной почвы.

Проведенный нами расчет балла бонитета по модернизированной методике (2) в выделенных на поле контурах ( $B_i$ ) каждого индивидуального показателя плодородия почвы выявил определенные отклонения от показателей полученных при использовании стандартной формулы (1):

$$B = \frac{(S_1 B_1 + S_2 B_2 + \dots + S_n B_n)}{\sum S} * P, \quad (2)$$

где  $B_1, B_2, B_n$  – баллы бонитета отдельных контуров,  $S_1, S_2, S_n$  – площади отдельных контуров

В результате статистической обработки полученных при расчете данных было выявлено, что 38,8% или 84,9 гектар от общей площади поля занимают почвы с очень низким содержанием гумуса. Наибольшую площадь из основного массива занимают контуры с низким содержанием гумуса, из общего числа контуров было выделено 4 контура общей площадью 119 гектар или 54,3%. Наименьшую долю в контурной системе занимают контуры со средним содержанием гумуса 6,9% или 15,1 гектар от площади поля.

Повышенная пространственная изменчивость в пределах исследуемого поля подтверждается как коэффициентом пространственной вариации – 24%, так и колебанием балла бонитета от 7,1 единицы (минимальный по занимаемой площади контур) до 71,4 единиц. В среднем по полю с учетом площади каждого индивидуального контура балл бонитета составил 45,8 баллов, что на 5,8 баллов или 14,5% выше, чем балл бонитета полученный без учета площади

индивидуальных контуров.

При расчете качественного состояния пашни на поле было выявлено четыре класса почвы по содержанию гумуса. Наибольший удельный вес в контурной системе занимает III класс почвы 66,5% от общей площади, который можно отнести к почвам с удовлетворительным состоянием. Наименьший удельный вес от общей площади занимают благоприятные (II класс) и очень неблагоприятные (V класс) почвы 6,9% и 3% соответственно.

Экологические условия анализируемого поля в меньшей мере оказали влияние на дифференциацию контурной системы обеспеченности почв подвижными формами питательных элементов.

По обеспеченности нитратным азотом 75,6% или 167 га относятся к почвам с повышенным содержанием, 22,6% (45,9 га) – со средним его содержанием, и лишь 0,9% или 1,9 га относятся к почвам с низким содержанием азота. По обеспеченности фосфором 78,6 га или 35,9% относятся к почвам с повышенным его содержанием, 55,6 га или 25,4% – с высоким содержанием, и 46,9 га (21,4%) – с очень высоким содержанием фосфора в почве.

Обеспеченность пахотного слоя данного поля обменным калием находится на высоком уровне, 189 га или 86,3% попадают под градации с очень высоким содержанием, а 30 га или 13,7% характеризуются как почвы с высоким его содержанием.

Реакция почвенного раствора пашни поля варьирует от слабокислой до нейтральной. Практически весь земельный массив поля характеризуется близкой к нейтральной и нейтральной реакцией среды: 42,3% (92,6 га) и 45,7% (100 га), соответственно. Имеющиеся на поле пятна со слабокислой реакцией среды, занимают в общей своей массе 12,1% (26,5 га) площади поля и приурочены к рельефным понижениям с промывным режимом.

На основе геоморфологических, а также результатов химических анализов и расчетных данных было сформировано 5 ландшафтных фаций

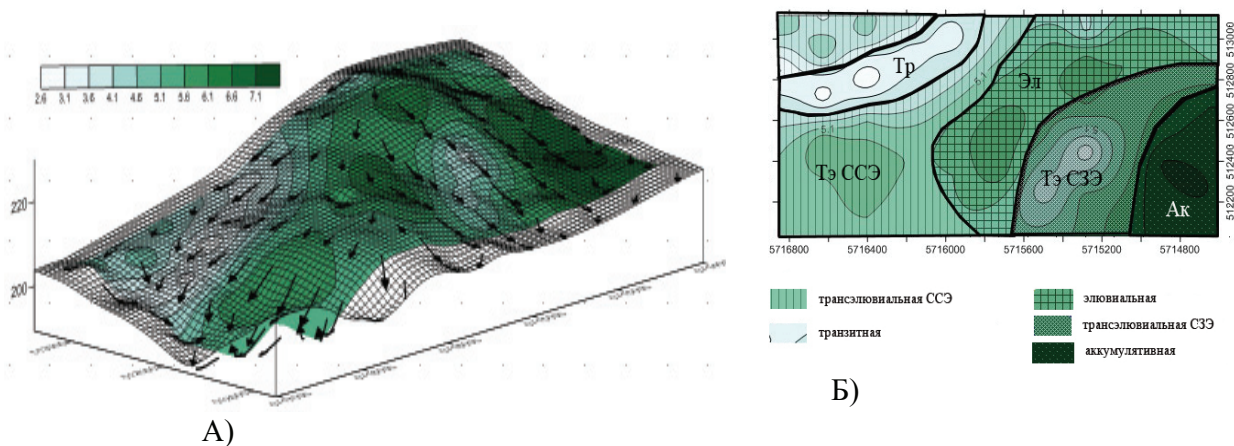


Рис. 2 А) Трехмерная модель рельефа с нанесенной картой содержания в почве гумуса  
Б) Распределение гумусных контуров по фациям

приуроченных к различным элементам рельефа.

Элювиальная фация (Эл) на водораздельном плато и вершине склона, трансэлювиальные фации (Тэ) на склонах северной и западной экспозиций, транзитная фация (Тр), приуроченная к древней ложбине склона северной экспозиции, и аккумулятивная фация (Ак), расположенная в нижней замкнутой части западного склона (рис. 2).

Элювиальная фация расположена на выровненной водораздельной территории со слабым уклоном без существенного смыва почвы. На это указывает и низкий коэффициент вариации гумуса (8,2%). Среднее содержание гумуса здесь отмечено на уровне 5,7%, что в среднем на 0,6% выше, чем на прилегающих трансэлювиальных фациях (Тэ), где коэффициент вариации уже находится на среднем уровне.

Наиболее выражено проходят процессы перераспределения гумуса в транзитной (Тр) и аккумулятивной (Ак) фациях. По содержанию гумуса наиболее бедной оказалась фация ложбины (3,3%), а более богатой – аккумулятивная (6,8%). Низкая гумусированность ложбины связана с активным процессом смыва мелкозема в гидрографическую сеть, расположенную у подножия склона северной экспозиции. Замкнутая нижняя часть склона западной экспозиции наоборот способствовала накоплению гумуса. При этом коэффициент вариации этого показателя был противоположен для этих фаций. Так в транзитной фации ложбины он составил 23,3%, а в аккумулятивной – 5,6% соответственно.

Распределение в почве азота происходит по такому же принципу, как и у гумуса. Коэффициент корреляции минерального азота с гумусом составляет 0,69, однако уровень его определяется рельефом.

Средняя изменчивость содержания минерального азота наблюдается на элювиальной фации (16,6%), минимальная изменчивость отмечена для фаций склона западной экспозиции (10,3-12,5%), а максимальная – для склона северной экспозиции, включая транзитную фацию ложбины, (27,9-31,6%).

По содержанию подвижного фосфора почвы можно отнести к зафосфаченным. Наиболее обеспеченной подвижным фосфором оказалась транзитная фация (309,5 мг/кг). Почва элювиальной и трансэлювиальной фации склона северной экспозиции содержит в среднем 215 мг/кг фосфора, меньшие значения (112-177 мг/кг) наблюдались на склоне западной экспозиции и в аккумулятивной фации.

По содержанию подвижного калия всё поле имеет очень высокую обеспеченность. Наиболее низкое содержания калия (156,8 мг/кг) отмечено в отрицательных формах рельефа (транзитная фация), а максимальное его количество – в аккумулятивной фации (349 мг/кг).

Эффективность удобрений наиболее объективный показатель состояния плодородия почв различных фаций. На контурах с содержанием гумуса 5,5%, 7,2% и 3,0 % наиболее эффективным в формировании урожайности озимой пшеницы оказалось действие аммиачной селитры в дозе 102 кг.д.в.га. Средняя прибавка озимой пшеницы по удобрённым вариантам составила 0,93 т/га или 28,6%. Однако наибольшая прибавка в урожайности наблюдалась на контуре с содержанием гумуса в почве 3,5%, эффективность азотных удобрений по сравнению с вариантом без удобрений составила 41,4% или 1,26 т/га. На контурах с содержанием гумуса 5,5% и 7,2% эффективность от применения азотных удобрений составила 22,2% (0,69 т/га) и 22,4% (0,84 т/га) соответственно.

## ВЫВОДЫ

Более объективная качественная оценка плодородия почв на поле может быть получена только при дифференцированном использовании контурной системы уровней плодородия почв. Полученные нами по модернизированной формуле поконтурные расчеты баллы бонитета могут служить базовыми показателями при формировании класса почв и фаций агроландшафта, что позволит более эффективно использовать почвенные ресурсы при проектировании систем точного земледелия и ландшафтной агрохимии.

В среднем по полю с учетом площади каждого индивидуального контура балл бонитета составил 45,8 баллов, что на 5,8 баллов или 14,5% выше, чем балл бонитета, полученный по стандартной формуле без учета площади индивидуальных контуров.

Эффективность азотных удобрений хорошо согласуется с уровнями содержания гумуса в почве. Наибольшая прибавка в урожайности озимой пшеницы наблюдалась на контуре с содержанием гумуса в почве 3,5%, эффективность азотных удобрений, по сравнению с вариантом без удобрений, составила 41,4% или 1,26 т/га. На контурах с содержанием гумуса 5,5% и 7,2% эффективность от применения азотных удобрений составила 22,2% (0,69 т/га) и 22,4% (0,84 т/га), соответственно.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Гаврилюк, Ф.Я. Бонитировка почв. – М.: Высшая школа, 1974. – С. 7.
2. Иванов В.Д., Кузнецова Е.В. Оценка почв.–Воронеж, 2004.–287 с.
3. Кирюшин, В. И. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: методическое руководство / В.И. Кирюшин, И. И. Карманов и др. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – С. 280–289.
4. Крылатов А. К. Оценка сельскохозяйственных

- угодий Российской Федерации. Москва, 1983.
5. *Медведев В.В., Плиско И.В.*, Бонитировка и качественная оценка пахотных земель Украины. – Харьков, 2006. – 384 с.
  6. *Медведев И.Ф.* Агрэкологические основы повышения плодородия склоновых черноземных почв Поволжья / Автреф. дисс. докт. с.-хоз. наук. Саратов, 2000, 48 с.
  7. Методические особенности качественной внутри-полевой оценки пашни / *К.А. Азаров, И.Ф. Медведев, Д.И. Губарев* // Вестник Саратовского госагроуниверситета им. Н.И. Вавилова, Саратов – 2014. – №4. – С. 3-6
  8. Методические указания по полевым крупномасштабным ландшафтными исследованиям (Для целей сельскохозяйственного производства в средней полосе Русской равнины) / *Видина А.А.* // Московский Государственный Университет им. М.В. Ломоносова. Москва, 1962 - 132 с.

## SOIL FACIES DIFFERENTIATION BY LEVELS FERTILITY

© 2015 I.F. Medvedev, K.A. Azarov, D.I. Gubarev, D.A. Anisimov

Agricultural Research Institute for South-East, Saratov

The article presents results of geomorphological survey and soil-agrochemical soil testing individual fields, based on the results generated contour system of nutrients (humus, NPK, pH), held at the upgraded formula soil evaluation of individual circuits and the field in general, held intralandscape facies typing relief.

*Keywords:* geomorphology, site class score, contours, typing.

---

*Ivan Medvedev, the Doctor of Agricultural Sciences, the Professor, the Main Scientific Employee, the Head of Department Ecology of Landscapes.*

*E-mail: medvedev-uv@yandex.ru*

*Denis Gubarev, Candidate of Agricultural Sciences, the Senior Research Associate of Laboratory Landscapes and GIS.*

*Karen Azarov, Candidate of Agricultural Sciences, the Researcher of Laboratory Landscapes and GIS.*

*Denis Anisimov, Candidate of Biological Sciences the Researcher of Laboratory of Laboratory Landscapes and GIS.*