УДК 631.452

**И.В. Комиссарова[1], Н.В. Мирошниченко[1], А.В. Человечкова[2], Д.И. Ерёмин[3]**

# ОЦЕНКА ПОЧВЕННОГО ПЛОДОРОДИЯ БАЛАНСОВЫМ МЕТОДОМ

[1]ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «КУРГАНСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ АКАДЕМИЯ ИМЕНИ Т.С. МАЛЬЦЕВА», КУРГАН, РОССИЯ

[2]ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ«КУРГАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ», КУРГАН, РОССИЯ

[3]ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕУЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ «ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ СЕВЕРНОГО ЗАУРАЛЬЯ», ТЮМЕНЬ, РОССИЯ

I.V. Komissarova[1], N.V. Miroshnichenko[1], A.V. Chelovechkova[2], D.I. Eremin[3]

# ESTIMATION OF SOIL FERTILITY BY BALANCE METHOD

[1]FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATIONAL INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «KURGAN STATE AGRICULTURAL ACADEMY BY T.S. MALTSEV», KURGAN, RUSSIA

[2]FEDERAL STATE BUDGETARY EDUCATION INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION “THE KURGAN STATE UNIVERSITY”, KURGAN, RUSSIA

[3]FEDERAL STATE BUDGET INSTITUTION OF HIGHER EDUCATION «STATE AGRARIAN UNIVERSITY OF NORTHERN ZAURALYE»,TYUMEN, RUSSIA

**Ирина Валерьевна Комиссарова**
Irina Valer’evna Komissarova
кандидат биологических наук, доцент
ir.komissarova@mail.ru

**Наталья Владимировна Мирошниченко**
Natalya Vladimirovna Mirosnichenko
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент
natalya.mir79@mail.ru

**Анна Владимировна Человечкова**
Anna Vladimirovna Chelovechkova
chelovechkova_2011@mail.ru

**Дмитрий Иванович Ерёмин**
Dmitry Ivanovich Eremin
доктор сельскохозяйственных наук, профессор
ir.komissarova@mail.ru

**Аннотация.** Существует множество методов оценки почвенного плодородия. Результаты оценки плодородия почв нужны для составления планов производства, для формирования агропроизводственных групп и решения ряда других задач. В настоящее время наиболее точным является прямой экспериментальный метод оценки баланса углерода, предполагающий учет его начальных и конечных запасов в течение определенного периода. Но поскольку трансформация органических, в том числе и гумусовых веществ в почве протекает достаточно медленно, для оценки баланса углерода требуется длительный период. В данной работе мы представляем балансовый метод оценки почвенного плодородия, разработанный И.А. Куперманом. Метод основан на учете углерода, находящегося в почве в составе органического вещества и выделяющегося из почвы в виде $CO_2$. Количество углерода, поступившего в почву с растительными остатками, определяют расчетным путем на основании анализов. Расход органического углерода определяют по скорости выделения углекислоты различными модификациями абсорбционного метода. При использовании этого метода в полевых условиях интенсивность минерализации органического вещества оценивается на паровых полях, вследствие чего процесс минерализации оказывается более интенсивным, чем под покровом растений.

**Ключевые слова:** плодородие, баланс гумуса, чернозем выщелоченный, балансовый метод.

**Abstract.** There are many methods for estimating soil fertility. The results of soil fertility estimation are needed to draw up production plans, to form agricultural production groups and to solve a number of other tasks. Currently, the most accurate is a direct experimental method for estimating the carbon balance which involves taking into account its initial and final stocks during a certain period. But since the transformation of organic, including humic, substances in the soil is rather slow, a long period is required to assess the carbon balance. In this paper, we present a balance method for estimation soil fertility developed by I.A. Kuperman. The method is based on taking into account the carbon in the soil in the composition of organic matter and released from the soil in the form of $CO_2$. The amount of carbon entering the soil with plant residues is determined by calculation on the basis of analyzes. The consumption of organic carbon is determined by the rate of carbon dioxide release by various modifications of the absorption method. Using this method in the field conditions, the intensity of mineralization of organic matter is estimated on the steam fields as a result of which the mineralization process is more intense than under the cover of plants.

**Keywords**: fertility, humus balance, leached chernozem, balance method.

**Введение.** Плодородие – специфическое свойство почвы, определяющее ее ценность как основного средства производства в сельском хозяйстве. Одним из показателей почвенного плодородия является содержание гумуса. Вступая в комплексные соединения с глинистыми и другими минеральными частями, гумус улучшает физико-химические свойства почвы. С образованием и накоплением гумуса связаны развитие структуры, поглотительной способности почв, аккумуляции в органической форме фосфора и других элементов. Гумусированность почвы определяет все свойства, которые отличают почву от материнской горной породы и которыми обуславливается ее плодородие. Исследованиями многих НИИ установлена прямая зависимость урожаев сельскохозяйственных культур от содержания в почве гумуса [1, 2].

Задача баланса гумуса заключается в количественной оценке источников органического вещества и оптимизации поступления растительных остатков, обеспечивающих стабилизацию гумусового состояния почв, вовлеченных в сельскохозяйственный оборот.

Бездефицитный баланс гумуса можно создать за счет снижения его потерь в результате борьбы с эрозией, рациональной обработки почв, систематического внесения органических удобрений. Это возможно только при наличии специально разработанных для региона севооборотов [3, 4].

Для оценки баланса гумуса используют экспериментальный и расчетный методы. Первый метод основан на анализе динамики содержания органического углерода, определяемого химическим методом за определенный временной промежуток [5]. Второй метод основан на оценке ежегодной гумификации растительных остатков и минерализации почвенного органического вещества путем составления балансовой математической модели [6]. Расход гумуса в расчетном методе оценивается по количеству вынесенного растениями азота, содержание которого в гумусе составляет около 5% от массы.

В настоящее время наиболее точным является прямой экспериментальный метод оценки баланса углерода, предполагающий учет его начальных и конечных запасов в течение определенного периода. Но поскольку трансформация органических, в том числе и гумусовых, веществ в почве протекает достаточно медленно, для оценки баланса углерода требуется длительный период [7]. Для этого И.Н. Шарков предложил использовать усовершенствованный или абсорбционный метод определения выделяющейся из почвы двуокиси углерода в полевых условиях [8]. Метод основан на учете углерода, находящегося в почве в составе органического вещества и выделяющегося из почвы в виде $CO_2$. Количество углерода, поступившего в почву с растительными остатками, определяют расчетным путем на основании анализов. Расход органического углерода определяют по скорости выделения углекислоты различными модификациями абсорбционного метода. При использовании этого метода в полевых условиях интенсивность минерализации органического вещества оценивается на паровых полях, вследствие чего процесс минерализации оказывается более интенсивным, чем под покровом растений [9-18].

Цель исследований – проведение оценки почвенного плодородия балансовым методом на целинном и пахотном чернозёме, выщелоченном в лесостепной зоне Зауралья.

**Методика.** Исследования проводили в 2016 году на ботаническом участке Курганской ГСХА. Объектом исследования был взят чернозём, выщелоченный с типичными признаками и свойствами для данной природно-климатической зоны. Исследования проводились на целине и пашне, что дало возможность нам выявить роль антропогенного фактора в гумусообразовании. Пахотный участок в год исследования был паровой.

Почва – чернозём выщелоченный малогумусный маломощный среднесуглинистый. В таблице 1 представлена агрохимическая характеристика.

Таблица 1 – Агрохимическая характеристика чернозёма выщелоченного ботанического участка Курганской ГСХА

| Слой, см | Содержание питательных веществ, мг/кг | | | $pH_{сол}$ | V, % |
|---|---|---|---|---|---|
| | $N\text{-}NO_3$ | $P_2O_5$ | $K_2O$ | | |
| 0-20 | 4,9 | 48,2 | 138,0 | 5,5 | 88,3 |
| 20-40 | 3,1 | 25,1 | 123,0 | 5,8 | 91,5 |

Рельеф территории исследований слабоволнистый. Характерной особенностью мезорельефа являются многочисленные замкнутые понижения. Сухие, различные по площади, бессточные понижения заняты березовыми колками. Довольно четко выражен микрорельеф в виде блюдцеобразных микрозападин или бугристых микроповышений. Тобол в пределах Кетовского района имеет довольно четко выраженную долину. Хорошо выражены 1-я и 2-я надпойменные террасы. Территория исследований расположена на второй надпойменной террасе [9, 10].

В ходе исследований была определена эмиссия углекислого газа методом абсорбции по В.И. Штатному [11, 12]. Рассчитаны запасы наземной и подземной фитомассы. Статистическую обработку результатов проводили по Б.А. Доспехову с использованием Microsoft Excel.

Физические свойства чернозёма выщелоченного обусловлены следующими показателями. Плотность сложения пахотного горизонта близка к 1,00 г/см$^3$, что является оптимальным для почти всех сельскохозяйственных культур. В подпахотном слое (30-40 см) он возрастает до 1,21-1,27 г/см$^3$, что свидетельствует об уплотненности этой части профиля. Максимального значения плотности сложения достигает в нижних горизонтах $B_2$ и С (1,48-1,59 г/см$^3$).

Общая пористость в пахотном слое составляет 58-58,5% от объема почвы, что по шкале Н.А. Качинского классифицируется как отличная. В средней части почвенного профиля объем пустот уменьшается до 48–53%, что типично для иллювиального горизонта.

Соотношение между количеством капиллярных и некапиллярных пор 1:2,3 – 2,5 определяется гранулометрическим составом. Пористость составляет 56-61%. Это неблагоприятно влияет на водные свойства почвы. Запас общей влаги в метровом слое составляет 256,6 мм, а продуктивной – 106,6 мм.

Таким образом, при сравнительно невысокой влагоудерживающей способности, чернозём характеризуется большой доступностью влаги.

Химические свойства чернозёма выщелоченного маломощного среднесуглинистого представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Химические свойства чернозема выщелоченного маломощного среднесуглинистого (ботанический участок Курганской ГСХА)

| Генетический горизонт | Глубина образца, см | Гумус % | $CO_2$, % | Ёмкость поглощения, м.-экв\100г. почвы | Гидролитическая кислотность, м.-экв\100г. почвы | Обменные катионы, % от емкости | | | | $pH_{HCl}$ | Степень насыщенности, % |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | | | $Ca^{2+}$ | $Mg^{2+}$ | $Na^+$ | $K^+$ | | |
| An | 0-20 | 4,6 | Нет | 34,25 | 4,01 | 72,4 | 15,2 | 0,3 | 0,4 | 5,5 | 88,3 |
| AB | 25-30 | 4,5 | Нет | 35,86 | 3,02 | 67,9 | 23,2 | 0,3 | 0,1 | 5,8 | 91,5 |
| AB | 35-45 | 2,3 | 0,1 | 26,09 | 1,47 | 73,7 | 19,6 | 0,9 | 0,2 | 6,0 | 94,4 |
| $B_1$ | 60-70 | 1,0 | 0,1 | 18,41 | 0,72 | 80,0 | 14,0 | 1,8 | 0,3 | 6,3 | 96,1 |
| $B_2$ | 100-110 | 0,3 | 2,2 | 15,46 | 0,21 | 87,9 | 10,3 | нет | 0,3 | 7,0 | 98,5 |
| C | 130-140 | 0,05 | 2,4 | - | - | - | - | - | - | - | - |

Анализируя таблицу 1, можно отметить, что верхняя часть профиля выщелочена от карбонатов кальция и магния. Максимальное их количество (2,2-2,4% $CO_2$) наблюдается на глубине от 100 до 140 см. Содержание гумуса в пахотном слое 0-25 см (4,5-4,6%) невысокое, характерное для малогумусного вида, что свидетельствует о выпаханности чернозёмов. Этот показатель гораздо ниже, чем в целинных разностях этих чернозёмов. Небольшое содержание гумуса является причиной довольно невысокой емкости поглощения, которая в верхних

горизонтах достигает 35 м.-экв./100 г почвы, а на глубине 30-40 см снижается до 26 мг.-экв./100 г.

В составе поглощенных оснований преобладает кальций. Количество его в верхних горизонтах 68-72% от емкости поглощения. Содержание катионов магния меньше в 3-5 раз, а катионы калия и натрия составляют лишь десятые доли процента. Степень насыщенности основаниями составляет в верхних горизонтах 88-91%, значение pH солевой вытяжки равны 5,5-5,9, что свидетельствует о средней или слабокислой реакции твердой фазы почвы. В нижних горизонтах профиля реакция близка к нейтральной.

В целом физические и химические свойства этого участка свидетельствуют о невысоком потенциальном плодородии описанной почвы. Являясь среднемощными, они ближе к маломощным (А+АВ – 40 см). Пахотный горизонт значительно распылен, что является следствием многолетнего распахивания без внесения органических удобрений.

**Результаты.** Для определения баланса углерода в почве и норм органических удобрений для создания бездефицитного баланса гумуса мы воспользовались графическим методом И.А. Купермана (1984). По осям абсциссы и ординаты в одинаковом масштабе откладывают поступление углерода и расход его через минерализацию, на основании чего строится график зависимости расхода углерода от поступления.

Абсцисса точки пересечения графика с биссектрисой координатного угла показывает дозу углерода, которая должна быть внесена с органическими удобрениями для создания бездефицитного баланса углерода.

Важным интегральным показателем биологической активности почвы является дыхание, то есть выделение из почвы углекислого газа в результате биохимической трансформации органического вещества и функционирования корневой системы растений. Дыхание обусловлено совокупностью многих факторов, основными из которых являются характер сельскохозяйственной деятельности, температура, условия увлажнения, тип растительности. Прежде всего выделение $CO_2$ тесно связано с гидротермическими условиями.

Результаты, полученные в 2016 году, приведены на рисунке.

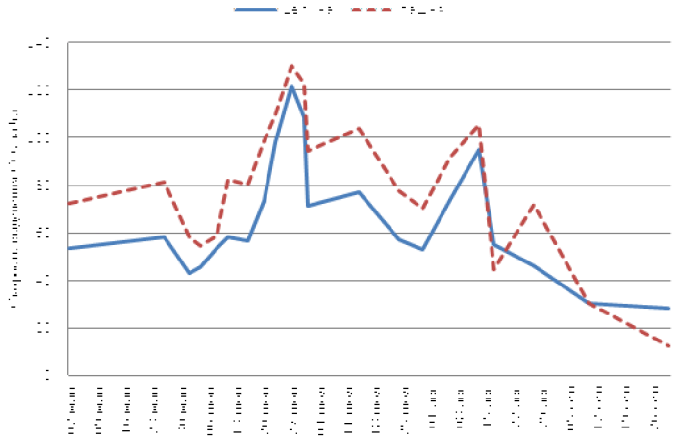

Рисунок – Динамика скорости продуцирования $CO_2$ в верхнем слое почвы, 2016 г.

Ход кривых в определенной степени повторяет ход температурной кривой, что свидетельствует о значительном влиянии температуры на процесс минерализации органического вещества почвы. Максимум дыхания почвы соответствует периоду с наибольшими температурами, когда скорость выделения составляла 90-130 кг/га за 24 часа. С понижением температуры в начале августа скорость продуцирования постепенно снижается до 20-30 кг/га в сентябре. Наибольшее выделение $CO_2$ в течение периода измерений отмечена на пашне (130,35 кг/га за 24 часа – 27 июня).

Суммарные потери из почвы углекислоты, как конечного продукта минерализации гумуса, за вегетационный период рассчитаны методом линейного интерполирования по формуле:

$$A = \left(\frac{B_1 + B_2}{2T_1} + \frac{B_2 + B_3}{2T_2} + \frac{B_n + B_{n-1}}{2T_n}\right) \times 0{,}273,$$

где А – суммарное количество углерода, выделившееся из почвы за период наблюдения, кг/га;

$B_1$, $B_2$, $B_3$, …$B_n$ – величины 1-го, 2-го, 3-го измерений скорости продуцирования $CO_2$ почвой, кг/га за 24 часа;

$T_1$, $T_2$,…..$T_n$ – периоды времени между измерениями, сутки;

0,273 – коэффициент перевода $CO_2$ в С.

Суммарные потери углерода из профиля представлены в таблице 3.

Таблица 3 – Потери углерода на выщелоченном чернозёме ботанического участка Курганской ГСХА, кг/га

| Участок | Календарные сроки | | | | | Всего за сезон | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | май | июнь | июль | август | сентябрь | кг/га | т/га |
| пар чёрный | 114,3 | 673,8 | 921,7 | 623 | 149,6 | 2482,4 | 2,48 |
| целина | 82,5 | 571,1 | 709,1 | 528,0 | 228,8 | 2119,5 | 2,12 |

Общие запасы фитомассы рассчитываем суммарно из наземной массы и пожнивно-корневых остатков (таблица 3).

На пахотном участке в год исследований был пар, поэтому наземной фитомассы в год исследования не поступало.

Таблица 4 – Запасы фитомассы на выщелоченном чернозёме ботанического участка Курганской ГСХА

| Агрофитоценоз | Наземная масса, т/га | ПКО, т/га | Общая фитомасса, т/га | Содержание углерода, т/га |
|---|---|---|---|---|
| пар черный | - | 2,8 | 2,8 | 1,00 |
| целина | 1,0 | 2,0 | 3,0 | 1,08 |

Построение проводили по данным, представленным в таблицах 3 и 4.

Следует отметить, что в паровом поле минерализация происходит значительно интенсивнее, чем под покровом сельскохозяйственных культур.

По нашим данным, компенсирующая норма углерода для создания бездефицитного баланса на ботаническом участке составила 1,5 т/га в год. Такую норму можно внести с различными органическими удобрениями: соломой, сидератами, навозом и другими. В соломе содержится 35% углерода, следовательно, возместить потребность можно при внесении 0,54 т/га соломы. Норма навоза (при содержании углерода 21%) для компенсации углерода составит 0,32 т/га. Норма полуперепревшего навоза (содержание углерода 45%) составит 0,68 т/га.

**Список литературы**

1 Хабиров И.К. Влияние органических удобрений на плодородие серых лесных почв Башкирии / Ф.Х. Хазиев, Ф.Я. Багаутдинов // Почвоведение, 1995. № 4. С. 465-471.

2 Чибис В.В. Формирование элементов плодородия почвы при плодосменном чередовании полевых культур в лесостепной зоне Западной Сибири / С.П. Чибис // Земледелие. 2016. № 1. С. 20-22.

3 Егги В. Взаимосвязь между биологической активностью и плодородием почвы // Почвоведение. 1973. № 8-9. С. 87-94.

4 Комиссарова И.В. Плодородие и продуктивность обыкновенных чернозёмов Зауралья при разных уровнях интенсификации: диссертация на соискание ученой степе-

ни кандидата биологических наук. Тюмень: Изд-во Тюменская ГСХА, 2009. 134 с.

5 Семенов В.М. Почвенное органическое вещество / Б.М. Когут. М: «Геос», 2015. 233 с.

6 Жуков А.И. Регулирование баланса гумуса в почве / П.Д. Попов. М: Росагропромиздат, 1988. 40 с.

7 Лыков А.М. Гумус и плодородие почвы. М.: Московский рабочий, 1985. 192 с.

8 Шарков И.Н. Метод оценки потребности в органических удобрений для создания бездефицитного баланса углерода в почве пара // Агрохимия. 1986. № 2. С. 109-118.

9 Николаев В.А. Геоморфологическое районирование Западно-Сибирской низменности: Тр. ИГГ СО АН СССР. 1962. Вып. 27. 177 с.

10 Егоров В.П. Почвы Курганской области / Л.А. Кривонос. Курган: Зауралье, 1995. 176 с.

11 Ганжара Н.Ф. Практикум по почвоведению / Б.А. Борисов, Р.Ф. Байбеков. М.: «Агроконсалт», 2002. 280 с.

12 Попов П.Д. Расчет баланса гумуса и потребности в органических удобрениях (методические рекомендации) Владимир, 1986. 126 с.

13 Еремин Д.И. Минеральные удобрения и плодородие Сибирского чернозема. Результаты многолетних исследований // Вестник Курганской ГСХА. 2017. № 4 (24). С. 36-40.

14 Якимов С.А., Комиссарова И.В., Мирошниченко Д.А. Динамика плодородия обыкновенных черноземов Зауралья // Пути реализации Федеральной научно-технической программы развития сельского хозяйства на 2017 – 2025 годы: материалы международной научно-практической конференции, посвященной 75-летию Курганской области / под общ. ред. проф. С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. С. 999-1002.

15 Комиссарова И.В., Неклюдов А.Ю., Мирошниченко Н.В. Состав земель населенных пунктов и зонирование территории // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: материалы Всероссийской научно-практической конференции. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2017. С. 111-116.

16 Якимов С.А., Комиссарова И.В., Мирошниченко Н.В., Человечкова А.В. Современное состояние почв Половинского сортоиспытательного участка // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции / под общей редакцией С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. С. 158–161.

17 Комиссарова И.В., Плотников А.М., Гладков Д.В. Использование музея почвоведения и геологии в учебном процессе и пропаганде экологических знаний // Актуальные проблемы экологии и природопользования: материалам Всероссийской (национальной) научно-практической конференции / под общей редакцией С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. С. 206–209.

18 Комиссарова И.В., Мирошниченко Н.В., Человечкова А.В. Использование невостребованных земельных долей // Актуальные проблемы рационального использования земельных ресурсов: по материалам II Всероссийской (национальной) научно-практической конференции / под общей редакцией С.Ф. Сухановой. Курган: Изд-во Курганской ГСХА, 2018. С. 58–61.

**List of references**

1 Khabirov I.K. The influence of organic fertilizers on the fertility of the grey forest soils of Bashkiria / F.Kh. Khaziev, F.Ya. Bagautdinov // Soil Science, 1995. № 4. Pp. 465-471

2 Chibis V.V. Formation of soil fertility elements with based on crop rotation alternation of field crops in the forest-steppe zone of Western Siberia / S.P. Chibis // Agriculture. 2006. № 1. Pp. 20-22.

3 Eggi V. Interrelation between biological activity and soil fertility // Soil Science. 1973. № 8-9. C. 87-94.

4 Komissarova I.V. Fertility and productivity of ordinary chernozem of Zauralye at different levels of intensification: dissertation for the degree of candidate of biological sciences. Tyumen: Publishing House of the Tyumen State Agricultural Academy, 2009. 134 p.

5 Semenov V.M. Soil organic matter / B.M. Kogut. M.: “Geos”, 2015. 233 p.

6 Zhukov A.I. Regulation of humus balance in soil / A.I. Zhukov, P.D. Popov. M.: Rosagropromizdat, 1988. 40 p.

7 Lykov A.M. Humus and soil fertility. Moscow: Moscow Worker, 1985. 192 p.

8 Sharkov. I.N. Method for estimation of need for organic fertilizers to create a carbon-deficient balance in steam soils // Agrochemistry. 1986. № 2. C. 109-118.

9 Nikolaev V.A. Geomorphological Zoning of the West Siberian Lowland: Tr. IGG SB AN USSR. 1962. Vol. 27. 177 p.

10 Egorov V.P. Soils of the Kurgan region / L.A. Krivonos. Kurgan: Zauralye, 1995. 176 p.

11 Ganzhara N.F. case study on soil science / B.A. Borisov, R.F. Baybekov. M: “Agroconsult”, 2002. 280 p.

12 Popov P.D. Calculation of the humus balance and the need for organic fertilizers (methodical recommendations). Vladimir, 1986. 126 p.

13 Eremin D.I. Mineral fertilizers and fertility of the Siberian black soil. The results of many years of research // Vestnik Kurganskoy GSKHA. 2017. № 4 (24). Pp. 36-40.

14 Yakimov S.A., Komissarova I.V., Miroshnichenko D.A. Dynamics of fertility of ordinary black soils of Zauralye // Ways of implementation of the Federal scientific and technical program of agricultural development for 2017-2025: materials of the international scientific-practical conference dedicated to the 75th anniversary of the Kurgan region / under total. ed. prof. S.F. Sukhanova. Kurgan: Publishing house of Kurgan State Agricultural Academy, 2018. Pp. 999-1002.

15 Komissarova I.V., Neklyudov A.Yu., Miroshnichenko N.V. Composition of lands of settlements and zoning of territory // Actual problems of rational use of land resources: materials of the All-Russian scientific-practical conference. Kurgan: Publishing house of Kurgan State Agricultural Academy, 2017. Pp. 111-116.

16 Yakimov S.A., Komissarova I.V., Miroshnichenko N.V., Chelochekkova A.V. The current state of the soils of the Polovinsky variety testing site // Actual problems of rational use of land resources: based on materials of the II All-Russian (National) Scientific Practical Conference / edited by S.F. Sukhanova. Kurgan: Publishing house of Kurgan State Agricultural Academy, 2018. Pp. 158–161.

17 Komissarova I.V., Plotnikov A.M., Gladkov D.V. Use of the museum of soil science and geology in the educational process and the promotion of ecological knowledge // Actual problems of ecology and environmental management: materials of the All-Russian (national) scientific-practical conference / edited by S.F. Sukhanova. Kurgan: Publishing house of Kurgan State Agricultural Academy, 2018. Pp. 206–209.

18 Komissarova I.V., Miroshnichenko N.V., Chelovechkova A.V. Use of unclaimed land shares // Actual problems of rational use of land resources: on the materials of the II All-Russian (national) scientific-practical conference / edited by S.F. Sukhanova. Kurgan: Publishing house of Kurgan State Agricultural Academy, 2018. Pp. 58–61.