

ОЦЕНКА ПЛОДОРОДИЯ ЗЕМЛЕПОЛЬЗОВАНИЙ КРАСНОЯРСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ С НЕОДНОРОДНЫМ ПОЧВЕННЫМ ПОКРОВОМ

В.В. Чупрова, д.б.н., З.С. Жуков, Красноярский ГАУ

На примере четырех землепользований Сухобузимского района в Красноярской лесостепи рассмотрены результаты определения почвенно-экологического индекса (ПЭИ) в качестве интегрального оценочного критерия плодородия отдельных почв, почвенных комбинаций (ПК) и всего почвенного покрова пахотных массивов. Показано, что мощность гумусового горизонта, эродированность и неоднородность почвенного покрова являются важными признаками, понижающими величину индекса и соответственно лимитирующими плодородие этих землепользований. Между значениями ПЭИ и почвенной контрастностью имеется взаимозависимость, что дает возможность использовать параметры неоднородности почвенного покрова для сельскохозяйственной типологии земель и, таким образом, для обобщенной оценки всего агроландшафта или землепользования хозяйства.

Ключевые слова: плодородие, почвенно-экологический индекс, почвенные комплексы, контрастность почвенного покрова.

Плодородие почвы включает агрономически и экологически значимые свойства, процессы и режимы. По мнению [4], оценка плодородия почвы должна характеризоваться совокупностью агроэкологических и производственных условий, влияющих на удовлетворение потребности растений в факторах жизни, а также на экологические функции и устойчивость агроландшафта. Распространение адаптивно-ландшафтных систем земледелия, освоение точных агротехнологий опираются на агроэкологическую оценку плодородия почв и земель. При этом наиболее сложной и актуальной представляется задача количественной оценки плодородия неоднородных в почвенном отношении пахотных угодий [5]. Оценочным показателем почвенного покрова земельных массивов может служить показатель ПЭИ, предложенный И.И. Кармановым [3]. ПЭИ используются для оценки как отдельных почв, так и земельных массивов со сложной структурой почвенного покрова (СПП) [2]. Таких материалов для отдельных землепользований на территории Красноярского края нет.

Цель исследований – оценить агроэкологический потенциал пахотных угодий хозяйств, расположенных в одинаковых климатических и геоморфологических условиях, но характеризующихся в значительной степени неоднородностью почвенного покрова.

Методика. Объектами исследования являются массивы полей в землепользовании ЗАО «Шилинское», племзавода «Тажный», ЗАО «Маяк» и учхоза «Миндерлинское», расположенных в Сухобузимском районе Красноярской лесостепи. Эта территория относится к Приенисейской холмисто-увалистой среднерасчлененной денудационной равнине, по агроклиматическому районированию – к умеренному поясу и холодно-умеренному подпоясу. Структура почвенного покрова в хозяйствах – типичная для лесостепной зоны. ПЭИ определяли по методике [3]. При расчетах использовали почвенные карты и агрохимические картограммы, базы данных, характеризующие каждый почвенный контур хозяйств, а также экспериментальные материалы. Учитывая неоднородность почвенного покрова полей, были определены оценки агроэкологического потенциала отдельных почв, почвенных комплексов (ПК) и в целом всего земельного массива каждого хозяйства. Обсуждение результатов проводится по трем ПЭИ: климатический (ПЭИк), агрохимический (ПЭИа) и почвенный (ПЭИп).

Результаты и их обсуждение. Сельскохозяйственные земли в хозяйствах занимают неодинаковую площадь (табл. 1). Наибольшую площадь пашни со 147 полями имеет ЗАО «Шилинское», наименьшую – учхоз «Миндерлинское». Холмисто-увалистый и бугристо-склонново-западинный рельеф территории обуславливает значительную комплексность почвенного покрова, пространственную мезо- и микроизменчивость свойств почв, что затрудняет, а иногда и исключает применение однообразия технологических операций в пределах даже одного поля. Доля полей с неоднородной СПП в этих хозяйствах варьирует от 15 до 49 %. В структуре почвенного покрова преобладают автоморфные почвы (черноземы и серые), по западинам и шлейфам склонов – полугидроморфные почвы (лугово-черноземные). Почвы на склонах часто имеют признаки смытости или дефляции. Гранулометрический состав почв преимущественно тяжелосуглинистый и глинистый.

1. Характеристики землепользований

Название сельскохозяйственного предприятия	Координаты	Площадь пашни, га	Число полей		Комплексность, %
			всего	с неоднородной СПП	
Племзавод «Тажный»	56° 24' с.ш. 93° 38' в.д.	8538,9	113	15	17
ЗАО «Шилинское»	55° 32' с.ш. 93° 03' в.д.	17770,1	147	42	49
Агрофирма «Маяк»	56° 32' с.ш. 93° 24' в.д.	15703,4	131	9	15
УОПХ «Миндерлинское»	56° 26' с.ш. 92° 54' в.д.	4872,4	48	9	26

Известно [1], что климатические ресурсы при наличии неоднородностей в мезорельефе на близких расстояниях могут изменяться значительно, чем при переходе из одной климатической зоны в другую. Неровности на полях землепользований создают сложную картину распределения метеорологических параметров, определяя тем самым особенности микроклимата поля и соответственно дифференцированную оценку ПЭИк. Определение поправок сумм температур и условий увлажнения на различных позициях мезорельефа полей не проводили. Поэтому допускаем, что для ограниченной территории распространения выбранных сельскохозяйственных предприятий в Красноярской лесостепи величина ПЭИк единая (3,71) для ПЭИ каждой почвы, а формирование продуктивности одной группы культур, например зерновых, будет различаться из-за неблагоприятных почвенных или агрохимических свойств. Однако низкое значение ПЭИк, обусловленное невысокой суммой активных температур и недостаточным увлажнением, является одной из причин относительно невысокой урожайности зерновых культур (в среднем 1,7-2,1 т/га) в землепользовании сибирского региона по сравнению с аналогичными лесостепными территориями европейской части страны, в которых ПЭИк, по [2], достигает 8,44.

Климатические характеристики почвенно-экологического индекса:

осадки 350 мм, $\sum t > 10^{\circ}\text{C}$ равна 1525 $^{\circ}\text{C}$, $t^0 \text{ max} - 23^{\circ}\text{C}$, $t^0 \text{ min} - 21^{\circ}\text{C}$, поправка к КУ составляет 0,04, коэффициент увлажнения (КУ) – 0,77, коэффициент континентальности (КК) – 238,4, ПЭИк равен 3,71.

Значения ПЭИ для преобладающих почв в хозяйствах колеблются от 25 до 48, что характеризует довольно широкий диапазон плодородия этих почв (рис. 1). Диапазон ПЭИ в ряду сравниваемых почв превышает 20 баллов. Данные корреляционно-регрессионного анализа свидетельствуют, что значение ПЭИ в пределах однородного по почвенному покрову массива в наибольшей мере зависит от содержания гумуса: $r=0,90-0,97$ (серая и темно-серая почвы); $r=0,99$ (чернозем обыкновенный); $r=0,77$ (чернозем оподзоленный); $r=0,60$ (чернозем выщелоченный). Вклад рН в ПЭИ небольшой ($r=0,16-0,17$), что связано с незначительными различиями почв по этому показателю. Свыше 80% почв хозяйств имеют нейтральную реакцию среды. Несмотря на существенное варьирование содержания подвижного фосфора в отдельных почвах (7,8-62,4 мг/100 г), около 80% почвенных массивов характеризуется высокой и очень высокой обеспеченностью

им. Наибольший вклад подвижного P_2O_5 в агрохимическую составляющую ПЭИ отмечается в черноземах обыкновенном ($r=0,84$) и оподзоленном ($r=0,73$), наименьший – в черноземе выщелоченном ($r=0,13$), серой ($r=0,35$) и темно-серой ($r=0,21$) почвах. Плодородие пахотных массивов хозяйств не лимитируется по содержанию обменного калия, поскольку почвы характеризуются повышенным и высоким уровнем его обеспеченности (до 35 мг/100 г).

Оценка ПЭИ почв зависит от гранулометрического состава и мощности гумусового горизонта (табл. 2, 3). Гранулометрический состав почвы, определяя многие физические, физико-механические, водные свойства, структурное состояние, биологическую активность, процессы мобилизации питательных элементов, является важным показателем плодородия и биопродуктивности.

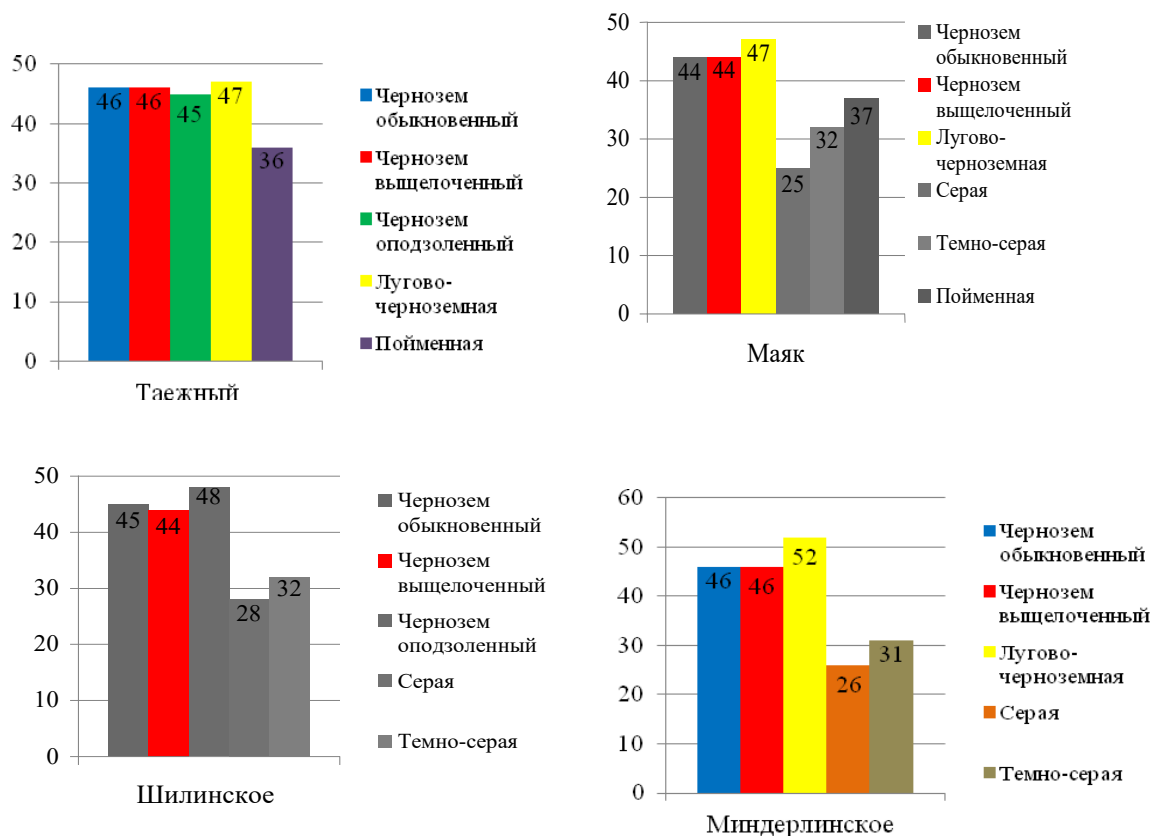


Рис. 1. Средневзвешенные ПЭИ в почвах хозяйств

Характеризуясь преимущественно тяжелосуглинистым гранулометрическим составом, черноземы земледельческих в Красноярской лесостепи сопоставимы по величине почвенной составляющей индекса (11,01-11,33). Потенциал плодородия этих почв в данном случае не ограничен гранулометрическим составом. В ряду серой лесной почвы обнаруживаются более заметные изменения ПЭИ в зависимости от гранулометрического состава: глинистый < тяжелосуглинистый < среднесуглинистый. Массив поля, представленный серой лесной глинистой почвой, отличается низким плодородием и с эколого-экономических позиций требует особого агротехнологического режима, например, использования для возделывания кормовых трав. Разветвленная и мощная корневая система этих культур уменьшает слитность, плотность и коркообразование, обогащает почву растительными остатками и продуктами их разложения, способствует агрегированию почвенных частиц и постепенному повышению плодородия.

2. Почвенная составляющая ПЭИ в зависимости от гранулометрического состава почвы

Почва	Гранулометрический состав	ПЭИп
Чернозем обыкновенный	Глинистый	11,01

Почва	Тяжелосуглинистый	11,33
Чернозем выщелоченный	Глинистый	11,03
	Тяжелосуглинистый	11,09
Серая лесная	Глинистый	5,49
	Тяжелосуглинистый	6,28
	Среднесуглинистый	6,62

На полях хозяйств чаще всего распространены почвы с мало- или среднемощным гумусово-аккумулятивным горизонтом, с мощным гумусовым горизонтом. Варьирование мощности гумусового горизонта при одинаковой глубине основной и поверхностной обработки может существенно уменьшать урожайность возделываемых культур. Как видно (см. табл. 3), величина ПЭИп мало- и среднемощных почв колеблется незначительно, а почв с мало- и мощным гумусовым горизонтом – существенно.

3. Почвенная составляющая ПЭИ в зависимости от мощности гумусового горизонта

Почва	Мощность гумусового горизонта	ПЭИп
Чернозем выщелоченный (таежный)	Маломощный	11,00
	Среднемощный	11,05
Чернозем выщелоченный	Маломощный	9,64

(миндерлинское)	Мощный	11,27
Чернозем обыкновенный (таежный)	Маломощный	11,13
	Среднемощный	11,04
Серая лесная (таежный)	Среднемощный	8,44
	Мощный	8,60
Лугово-черноземная (миндерлинское)	Маломощный	11,63
	Мощный	13,42

Слабая зависимость ПЭИп от мощности гумусово-аккумулятивного горизонта в изученном ряду мало- и среднемощных черноземов и серой лесной почвы объясняется небольшим диапазоном различий глубины распространения горизонта. Однако оценка плодородия почв, отличающихся наиболее широким диапазоном толщи гумусового горизонта, различается существеннее. Так, уменьшение мощности гумусового горизонта в выщелоченных черноземах учхоза «Миндерлинское» сопровождается понижающими коэффициентами: 9,64 в маломощном и 11,27 в мощном. Аналогичное отмечается и в ряду лугово-черноземной почвы с мало- (11,63) и мощным (13,42) гумусовым горизонтом. Поэтому мощность гумусового горизонта количественно отражает характеристику почвенно-экологического потенциала земель с зональными почвами в отношении группы зерновых культур.

Варьирование мощности гумусового горизонта почв региона связано не только с особенностями природного почвообразования, обусловленного промерзанием и литологической неоднородностью, но и с эрозийными процессами. Площадь эродированных земель в лесостепной зоне Красноярского края составляет более 45% всей пашни. Показано [2], что признаки эродированности почв, понижающие величины ПЭИ, наряду с другими признаками антропогенной деградации, являются лимитирующими плодородие свойствами. Полученные результаты свидетельствуют о том, что появление в пределах поля, хотя и однородного по почвенному покрову (маломощные обыкновенные черноземы), ограничивающих плодородие признаков дефляции на элементах мезо- и микро-рельефа (склоны), приводит к уменьшению ПЭИ до 37-38 баллов по сравнению с 44-46 баллами для обыкновенного чернозема без лимитирующих свойств. Массив поля с более расчлененным рельефом, где на выпуклой части склона обнаруживаются среднесмытые серые лесные почвы, а в нижних частях склонов и в блюдцеобразных понижениях выделяются намытые почвы, неоднороден в агрономическом отношении. ПЭИ здесь снижается в 1,2-1,3 раза по сравнению с серой лесной почвой без признаков эрозии. Таким образом, показатель ПЭИ отражает влияние эрозийных процессов как лимитирующее плодородие свойство. На полях, характеризующихся такими формами деградации, можно выделить несколько вариантов типов земель или агрономических структур.

Потенциал плодородия пахотных массивов рассматриваемых землепользований еще больше ограничен неоднородным почвенным покровом. Такие массивы могут включать, как правило, агрономически неоднородные, совместимые или несовместимые для одновременной обработки, компоненты почвенных комбинаций (ПК). На землях хозяйств Сухобузимского района из-за довольно расчлененного рельефа подобное отмечается часто. Это не только затрудняет применение единого комплекса агротехнологий, но и отражается на урожайности сельскохозяйственных культур. Для оценки плодородия таких массивов были рассчитаны средневзвешенные значения ПЭИ, диапазон значений ПЭИ для компонентов почвенной комбинации (ПК), контрастность ПК (табл. 5). Средневзвешенное значение ПЭИ каждой ПК определяется с учетом долевого участия почв. Контрастность каждой ПК рассчитывали как отношение ПЭИ компонентов с максимальным и минимальным значением показателя [6]. Полученные данные позволяют количественно оценить компоненты ПК с позиций их плодородия и оптимизации использования, а также установить зависимость ПЭИ от генетической контрастности ПК.

Разброс значений ПЭИ в пределах хозяйства характеризует внутриландшафтную неоднородность агроэкологического

состояния почвенного покрова. Землепользование «Таежный», располагаясь на высоких древних террасах р. Енисей, характеризуется более выровненным рельефом и более благоприятными почвенными условиями по сравнению с другими хозяйствами. Средневзвешенное значение ПЭИ всех ПК здесь равно 44-47, диапазон ПЭИ компонентов каждого комплекса небольшой, что обуславливает невысокую почвенно-экологическую контрастность.

Наибольшей контрастностью отличаются землепользования «Шилинское» и «Маяк». ПЭИ отдельных ПК варьирует от 27 до 47 баллов, диапазон ПЭИ для разных ПК превышает 20 баллов. Контрастность ПК здесь увеличивается до 1,58-1,62 по сравнению с ПК «Таежный» и «Миндерлинское».

4. ПЭИ почвенных комбинаций

№ поля	Почвенные комбинации	Площадь поля, га	ПЭИ		
			средне- взве- шенное значение	диа- па- зон	конт- рас- тност ь
ЗАО «Шилинское»					
1	Л ₃ '''г (0,64), Л ₃ ''г (0,18), Л _{2оп} ''г (0,1), Л ₂ ''г (0,08)	47,3	34	35-31	1,13
2	Л ₃ '''г (0,45), Л ₂ ''г (0,47), Л ₂ ''г (0,08)	48,8	27	28-26	1,07
3	Ч _{2в} ''г (0,54), Ч _{2в} ''г (0,41), Ч _{3оп} ''г (0,005), Члг (0,045)	431,7	47	50-46	1,08
4	Ч _{2в} ''г+ Ч _{2о} ''г (0,40), Ч _{2о} ''г (0,60)	196,4	40	41-39	1,05
5	Ч _{2в} ''г (0,79), Л ₂ ''г (0,14), Л ₃ ''г (0,06), Л _{3оп} ''г (0,01)	108,1	35	37-25	1,48
6	Л ₃ '''г (0,88), Л ₃ ''г (0,05), Ч _{2в} ''г (0,02), Ч _{2в} ''г (0,05)	294,1	27	35-26	1,34
7	Л _{1в} ''г (0,92), Л ₂ ''г (0,06), Ч логг (0,02)	60,7	45	49-31	1,58
Племзавод «Таежный»					
8	Ч _{2в} ''г + Ч _{2о} ''г (0,70), Ч _{2о} ''г (0,30)	373,5	46	47-45	1,04
9	Ч _{2о} ''г + Ч _{2в} ''г (0,56), Ч _{2о} ''г (0,44)	252,8	44	47-42	1,12
10	Л ₃ '''г (0,02), Ч _{2в} ''г (0,98)	102,5	47	47-36	1,31
Агрофирма «Маяк»					
11	Ч _{3в} ''с (0,51), Ч _{2о} ''г (0,49)	468,4	45	46-44	1,05
12	Л ₂ ''г _{э2} (0,88), Л ₃ ''г _{э1} (0,12)	53,2	27	29-27	1,07
13	Л ₃ ''г (0,09), Ч _{2в} ''г (0,67), Л ₂ ''г (0,24)	465,3	41	47-29	1,62
14	Л ₃ '''г (0,02), Ч _{3в} ''г (0,98)	498,0	46	47-35	1,34
15	Л ₃ ''г (0,24), Ч _{3в} ''г (0,29), Ч _{2в} ''л (0,47)	77,5	36	40-31	1,29
УОПХ «Миндерлинское»					
16	Ч _{3в} ''г (0,62), Члг (0,38)	26,2	49	51-48	1,06
17	Ч _{2в} ''г (0,06), Л ₃ '''г (0,94)	321,7	36	45-36	1,25
18	Ч _{3в} ''г (0,62), Л ₃ '''г (0,94), Л ₂ ''г _{э2} (0,24)	240,6	34	47-32	1,47
19	Ч _{2о} ''г _{э1} (0,62), Ч _{2о} ''г _{э2} (0,28), Члг (0,10)	88,5	38	45-32	1,41

Примечание. Черноземы: Чо – обыкновенный; Чв – выщелоченный; Чоп – оподзоленный; Л₂ – серая лесная; Л₃ – темно-серая лесная; Члг – лугово-черноземная обычная; Члгп – лугово-черноземная оподзоленная; гранулометрический состав: с – суглинистый, т – тяжелосуглинистый, г – глинистый; э₁ – слабоэродированная, э₂ – среднеэродированная; верхний индекс – мощность гумусового горизонта; нижний индекс – содержание гумуса.

В ряду однотипных почвенных комбинаций сравниваемых хозяйств (поля 1-4, 8, 9, 11, 12 и 16) диапазон значений ПЭИ варьирует незначительно. Компоненты в ПК этих полей отличаются преимущественно на видовом уровне какого-либо одного типа и подтипа (редко двух) почв. Поэтому здесь наблюдается небольшая контрастность. Почвенные комбинации в полях 5-7, 10, 13-15, 17 и 18 отличаются более разнообразным составом компонентов комплексов. Они характеризуются довольно большим диапазоном ПЭИ. Контрастность ПК здесь максимальная (поле 7 и 13), что связано с более широким генетическим разнообразием компонентов, составляющих ПК этих массивов. Следовательно, между ПЭИ и

почвенной контрастностью имеется взаимозависимость (рис. 2).

Из представленных данных следует, что определение ПЭИ компонентов ПК усиливает роль экологической составляющей оценки почвенного покрова пахотных массивов. Как считают [6], индекс дополняет генетический показатель тем, что оценивает плодородие каждого отдельного компонента почвенного комплекса. Таким образом, использование ПЭИ ПК к агроэкологическим группам и видам земель, выделяемым для проектирования адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий [5], дает возможность решить агрономические задачи для всего агроландшафта или землепользования хозяйства. Сравнимые хозяйства по величине средневзвешенного ПЭИ для всего почвенного покрова пашни располагаются в следующий убывающий ряд: Тажный (45,6) > Маяк (43,3) > Миндерлинское (40,6) > Шилинское (38,4).

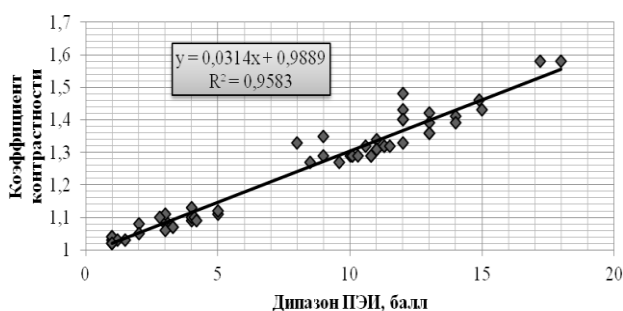


Рис. 2. Корреляционная зависимость диапазонов ПЭИ и коэффициентов контрастности

Выводы. 1. Применение почвенно-экологического индекса позволяет получить сравнительные качественную и количественную оценки плодородия полей землепользований сибирского региона с однородным и неоднородным почвенным покровом. Основные признаки, лимитирующими плодородие: мощность гумусового горизонта, эродированность, проявляющаяся на склонах и понижениях или западинах в результате дефляции и плоскостного стока, а также почвенная комплексность отдельных полей.

ASSESSING THE FERTILITY OF LANDS WITH HETEROGENEOUS SOIL COVER IN THE KRASNOYARSK FOREST-STEPPE

V.V. Chuprova, Z.S. Zhukov

Krasnoyarsk State Agrarian University, pr. Mira 90, Krasnoyarsk, 660049 Russia

Тел. – 89039875267; E-mail: soil-valentina@yandex.ru

The results of determining the soil-ecological index (SEI) as an integrated fertility criterion of soils, soil combinations, and the entire soil cover of arable lands were examined for four land areas in the Sukhobuzimskoe region of the Krasnoyarsk forest-steppe. It was shown that the thickness of the humus horizon, the degree of erosion, and the heterogeneity of soil cover are important parameters reducing the index value and, hence, limiting the fertility of these lands. A relationship was revealed between the SEI values and the soil contrast, which allows using the parameters of soil cover heterogeneity for the agricultural typology of lands and, thus, for the integrated assessment of the entire agrolandscape or the farm land.

Keywords: fertility, soil-ecological index, soil complexes, soil cover contrast.

2. ПЭИ для черноземов в рассмотренных землепользованиях Красноярской лесостепи составляют 44–48, для серых лесных – 25–28, для лугово-черноземных – 47–52 баллов, что характеризует ожидаемый почвенно-ресурсный потенциал пахотных массивов с однородным почвенным покровом.

3. Величина ПЭИ достаточно четко отражает различия в плодородии пахотных массивов со сложной структурой почвенного покрова. Диапазон ПЭИ для разных почв, составляющих почвенный комплекс, заметно варьирует, а для разных ПК достигает 15–20 баллов. Установлено, что чем больше диапазон ПЭИ компонентов комплекса, тем выше контрастность ПК. Разброс значений ПЭИ в пределах отдельного поля свидетельствует о внутриландшафтной неоднородности агроэкологического состояния почвенного покрова.

4. Полученные оценки ПЭИ перспективны для использования применительно к агроэкологическим группам и видам земель в хозяйствах Красноярской лесостепи и дальнейшего проектирования на этой основе адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

Литература

1. Власенко А.Н., Добровольская Н.И., Семендяева Н.В. и др. Агроэкологическая оценка и типизация земель как базовый элемент проектирования адаптивно-ландшафтного земледелия: методические рекомендации, ГНУ Сиб. науч.-исслед. ин-т земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2011. – 55 с.
2. Булгаков Д.С., Сорокина Н.П., Карманов И.И., Авдеева Т.Н., Савицкая Н.В., Грибов В.В. Применение и верификация почвенно-экологического индекса при оценке структур почвенного покрова пахотных угодий // Почвоведение. – 2013. – №11. – С.1367-1376.
3. Карманов И.И. Оценка плодородия почв // Методика комплексной агрономической характеристики почв. Почв. ин-т им. В.В. Докучаева. – М., 1985. – С. 12-23.
4. Кирюшин В.И. Оценка качества земель и плодородия почв для формирования систем земледелия и агротехнологий // Почвоведение, 2007. – №7. – С. 873-880.
5. Кирюшин В.И. Классификация почв и агроэкологическая типология земель: учебное пособие. – СПб.: Лань, 2011. – 288 с.
6. Сорокина Н.П., Авдеева Т.Н., Савицкая Н.В., Грибов В.В. Почвенно-экологический индекс в системе оценочных показателей структуры почвенного покрова // Ресурсный потенциал почв – основа продовольственной и экологической безопасности России. Мат-лы междунар. науч. конф. – СПб., 2011. – С. 106-108.