

АГРОНОМИЯ

УДК 631.58: 631.44.065

DOI:10.31677/2072-6724-2019-50-1-7-17

**АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ТИПИЗАЦИЯ ЗЕМЕЛЬ – НЕОБХОДИМЫЙ ЭТАП
В ПРОЕКТИРОВАНИИ АДАПТИВНО-ЛАНДШАФТНЫХ
СИСТЕМ ЗЕМЛЕДЕЛИЯ**^{1,2} Н. И. Добротворская, доктор сельскохозяйственных наук¹Сибирский федеральный научный центр
агробиотехнологий РАН, п. Краснообск
Новосибирской обл., Россия²Сибирский государственный университет геосистем
и технологий, Новосибирск, Россия
E-mail: dobrotvorskaya@mail.ru**Ключевые слова:** агроэкологическая оценка, компоненты ландшафта, структура почвенного покрова (СПП), типы земель, системы земледелия

Реферат. В статье представлены данные по агроэкологической оценке и типизации земель на примере ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области. Особенность настоящей методики заключается в решении двух задач. Первая - типологическая – осуществляется на основе сопряженного анализа триединства: экологические условия территории хозяйства, агропритребования сельскохозяйственных культур, и агротехнологии; вторая – топологическая: границы территориальных выделов типов земель совпадают с границами геохимических позиций или местоположений, которые, в свою очередь, диагностируются по внешним признакам элементов рельефа и почвенным контурам. Агроэкологическая типизация земель включает в себя группировку земель и их картографирование. В качестве критерия для группировки земель используется сходство факторов, лимитирующих урожайность определенных типов сельскохозяйственных культур и применение тех или иных технологических приемов. Для выделения типов земель на местности предлагается использовать морфометрические параметры структуры почвенного покрова участка: коэффициент расчлененности почвенных ареалов, коэффициент контрастности, коэффициент сложности и коэффициент неоднородности почвенного покрова. Количественным показателем однотипности агроэкологических условий в пределах рабочего участка является снижение коэффициента контрастности. Эффективность данного приема подтверждается экономическими параметрами. Цифровое картографирование и количественный анализ морфометрических параметров почвенного покрова осуществлялись с использованием программного обеспечения MapInfo Professional.

**AGROECOLOGICAL LAND TYPING AS A NECESSARY STEP IN
DESIGNING LANDSCAPE FARMING SYSTEMS**

^{1,2} **Dobrotvorskaia N.I.**, Doctor of Agricultural Sc.

¹**Siberian Federal Research Centre of Agricultural Biotechnology RAS, Krasnoobsk, Russia**

²**Siberian State University of Geosystems and Technology, Novosibirsk, Russia**

Key words: agroecological assessment, landscape components, soil structure (SS), types of lands, farming systems.

Abstract. The paper highlights the data on agroecological assessment and land typing on the example of farm "Kremlin" located in Kochenevo district of Novosibirsk region. This method aims at solving two problems. The first problem deals with typing and it is carried out on the basis of the associated analysis of triunity which implies environmental conditions of the area, agricultural crops, and agricultural technology; the second problem deals with topology: the boundaries of spatial plots of land types coincide with the boundaries of geochemical positions, which are characterized by external features of the relief elements and soil contours. Agroecological land typing includes grouping of lands and their mapping. The criterion for land grouping is seen in similarity of factors that restrict certain crop yields and application of certain technological methods. The authors suggest to use morphometric parameters of the soil mantle for identifying land types: average number of permeable intervals in the section of soil areal, contrast ratio, complexity coefficient and soil cover heterogeneity coefficient. A quantitative parameter of agroecological conditions similarity within the plot is lower contrast ratio. The efficiency of this method is confirmed by economic parameters. Digital mapping and quantitative analysis of morphometric soil mantle parameters was carried out by means of MapInfo Professional software.

Изменившиеся социально-экономические, технологические и экологические условия в стране обуславливают необходимость новых подходов к планированию производства в конкретных сельскохозяйственных предприятиях. Как показывает практика сельскохозяйственного производства, в Новосибирской области за последние 10 лет ясно проявляется тенденция к более высокому уровню организации производства, насыщению его наукоемкими технологиями, высокоинтеллектуальной сельскохозяйственной техникой, снабженной навигационными электронными системами с автоматизированным управлением. Технические и технологические достижения обеспечивают возможность более глубокой адаптации растениеводства в условиях высокой вариабельности продуктивности земель.

Земли как объект производства характеризуются значительной пространственной изменчивостью, пестротой, мелкоконтурностью почвенного покрова, совместным распространением почв, резко различных по плодородию

и технологическим свойствам. В данной ситуации на территории сельхозпредприятия становится необходимой глубоко дифференцированная оценка агроэкологических условий как начальный элемент проектирования индивидуальных подходов (систем земледелия, агротехнологий, отдельных приемов) к использованию земель. Конечным итогом агроэкологической оценки является типизация земель, или разделение их на территории предприятия таким образом, чтобы каждый тип земель со своей внутренней неоднородностью плодородия почв и технологических условий выступал тем не менее выступал как единый объект использования и применения одинаковых агроприемов. Такая типизация земель требует разработки целой системы оценки всех компонентов местного ландшафта: климата и его трансформации в местных условиях, рельефа, литологических условий, почвенного покрова и его пространственной неоднородности, растительного покрова и его состояния.

Многофакторность, необходимость структуризации большого объема разнородных данных обуславливает применение современного инструментария обработки пространственно распределенных данных – ГИС-технологий, а именно цифровой картографии.

Таким образом, рациональное, экономически эффективное и экологически целесообразное использование земель в современном понимании с применением высоких технологий предусматривает обязательное проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия, базовым элементом которых является агроэкологическая типизация земель в конкретном хозяйстве.

Целью исследований являлось обоснование методологии и методов агроэкологической оценки и типизации земель для разработки адаптивно-ландшафтных систем земледелия в сельскохозяйственных предприятиях.

ОБЪЕКТЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Исследования проводились в хозяйствах Новосибирской области на территории Приобского плато и в Барабинской низменности. В данной статье приводятся результаты, полученные для ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области.

Методологической основой исследований в области агроэкологической типизации земель являются концепция адаптивно-ландшафтного земледелия, предложенная В.И. Кирюшиным [1, 2], методы агроэкологической оценки и типологии земель, разработанные Н.П. Сорокиной [3-5], теория структуры почвенного покрова В.М. Фридланда [6] и Я.М. Годельмана [7], методические подходы к изучению геохимии ландшафта [8, 9], к использованию информационно-справочных систем для оптимизации землепользования [10].

Для проведения исследований использовались методы почвенно-ландшафтного картографирования и цифровой картографии [11, 12]. Исходным материалом служили почвенная карта М 1:25000, карта рельефа мест-

ности и план землеустройства хозяйства на бумажном носителе. Векторизация этих карт и создание новых тематических карт, в частности карты агроэкологических типов земель, а также расчеты, связанные с определением морфометрических характеристик почвенных ареалов, осуществлялись с использованием программного пакета MapInfo Professional.

В настоящее время представляется весьма эффективной привязка новых методических подходов к оценке региональных природных систем на основе преемственности в использовании фондовых материалов и тех методов исследований, которые были накоплены в науке ранее.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Методологические подходы в системе агроэкологической оценки и типизации земель. В 70–80-е годы разработка зональных систем земледелия опиралась на агропроизводственные группировки почв, основанные на объединении почв в группы по общности их физико-химических, агрохимических свойств, сходству уровня плодородия. Однако на территориях со сложным мозаичным покровом, характерным практически для всего земледельческого пояса Западной Сибири, такие группировки часто не соответствовали реальному распространению почв в пространстве. При выделении на местности в составе агропроизводственных групп оказывались мелкоконтурные пятна контрастных почв, уровень плодородия которых был гораздо ниже окружающего фона. Кроме того, зачастую наличие таких контуров отрицательно влияло на эффективность технологических приемов на массиве в целом. Несовершенство агропроизводственных группировок связано с недоучетом других компонентов ландшафта, таких как рельеф и особенно микрорельеф, близость грунтовых вод к поверхности почвы, литологическая неоднородность почв и др. В настоящее время существенным фактором дифференциации земель по плодородию стала история

полей, отражающая степень антропогенного изменения почв: эрозионной деградации или, напротив, повышения плодородия вследствие интенсивных удобрительных или мелиоративных мероприятий.

Появление новых агротехнологий и бурное развитие технических средств сделало возможным более дифференцированный подход к процессу выращивания сельскохозяйственных культур, основанный не столько на уровне плодородия почв, сколько на устранении факторов, лимитирующих урожайность тех или иных культур. На этом положении основана группировка участков земли, однотипных по лимитирующему фактору, иными словами, агроэкологическая типизация земель.

Понятие «земли» более широкое, чем понятие «почвы». Кроме природного содержания, включающего почвенно-ландшафтную оценку местоположения, оно включает в себя и производственно-экономический аспект, а именно: характеристику системы хозяйствования в целом, характера использования почвенного покрова, системы земледелия, наконец, агротехнических приемов. Поэтому задача агроэкологической типизации земель состоит из двух подзадач: первой, *типологической* – это группировка видов земель по сходству ландшафтных условий, общности агроэкологических требований сельскохозяйственных культур, экологических факторов, лимитирующих урожайность, и агротехнических приемов их преодоления; второй, *топологической* – это выявление границ различных типов земель на местности, или картографирование типов земель хозяйства.

Типология земель в системе их агроэкологической оценки. Если специализация хозяйства в целом определяется биоклиматическим потенциалом территории, то способ использования имеющегося природного ресурса земель в значительной степени зависит от местных условий конкретного землепользования. Разнообразие производственных условий идентифицируется перечнем факторов, лимитирующих тот или иной вид производства в рамках специализации, определенной биоклиматическим потенциалом территории. С точки зрения

возможностей преодоления лимитирующие факторы делятся на управляемые – обеспеченность почв элементами минерального питания; регулируемые – реакция среды, окислительно-восстановительное состояние, содержание обменного натрия, засоленность, мощность пахотного слоя; ограниченно регулируемые – неоднородность почвенного покрова, связанная с микрорельефом, сложение, структурное состояние почвы, водный и тепловой режимы, содержание гумуса; нерегулируемые – гранулометрический и минералогический состав почв, глубина залегания коренных пород, рельеф, погодные условия [1, 2, 5].

Особое место в ряду лимитирующих факторов занимает неоднородность почвенного покрова участка, обуславливающая контрастность почвенных свойств и сложную конфигурацию полей. В случае высокой комплексности черноземных или лугово-черноземных почв с солодами или иными типами почв, ухудшающих качество участка, реальная площадь земель, благоприятных для выращивания сельскохозяйственных культур, гораздо меньше суммарной площади благоприятных почв. Морфометрические показатели структуры почвенного покрова (коэффициенты расчлененности, сложности, контрастности) в определенной степени отражают распределение почвенной неоднородности по местоположениям, что помогает выделять типы земель на местности и способствует адаптации производства сельскохозяйственных культур к конкретным условиям каждого рабочего участка. В этом случае термин «типы неоднородности почвенного покрова» является синонимом термина «типы земель».

В условиях равнинной лесостепи Западной Сибири распределение почвенных неоднородностей теснейшим образом связано с гидротермическим режимом местоположений или элементов рельефа. Известно, что климатические ресурсы при наличии микроклиматической неоднородности на близких расстояниях могут изменяться сильнее, чем при переходе из одной климатической зоны в другую. Так, различия в температуре почвы на глубине 20 см

могут превышать широтный градиент в 3–5 раз [13]. Неровности земной поверхности уже сами по себе создают сложную картину распределения метеорологических элементов, определяя особенности местного климата и микроклимата [14].

Перераспределение атмосферных осадков по элементам рельефа в сочетании с воздействием грунтовых вод сопряжено с закономерным пространственным изменением важнейшего из агрономических свойств земель – их увлажнения. Недостаток или избыток почвенной влаги сопровождается проявлением сопутствующих почвенных процессов, зачастую негативных с точки зрения земледелия: глееобразованием, повышенной кислотностью, щелочностью, засолением, осолонцеванием, осолодением. Эти процессы обуславливают появление таких свойств, которые мы называем агрономическими лимитирующими факторами, например: систематически сниженное количество продуктивной влаги, ухудшение структуры почвы и образование корки на поверхности пашни, вымерзание и вымокание озимых культур, поздние сроки физического поспевания почвы к весенней обработке, токсичность почвенного раствора и т.д. В рамках концепции адаптивно-ландшафтного земледелия этот уровень задачи решается подбором определенного набора культур или их сортов, выбором типа севооборота.

С другой стороны, различные по генезису почвы могут иметь сходный лимитирующий фактор, например: слитность карбонатных почв и повышенная плотность солонцеватых почв. Данные ухудшающие качество земель факторы преодолеваются одним и тем же приемом основной обработки почвы – глубоким безотвальным рыхлением, следовательно, по данному признаку разные по классификационной принадлежности почвы могут быть отнесены к одному агроэкологическому типу земель.

Таким образом, методика агроэкологической типизации земель основана на сопряженном анализе трех групп факторов: 1) агроэкологических требований растений; 2) экологических условий конкретной территории и факторов, лимитирующих урожайность сельхозкультур; 3) соответствующ-

щих им приемов земледелия. Для отнесения участка к тому или иному типу земель имеет значение также степень проявления лимитирующего фактора.

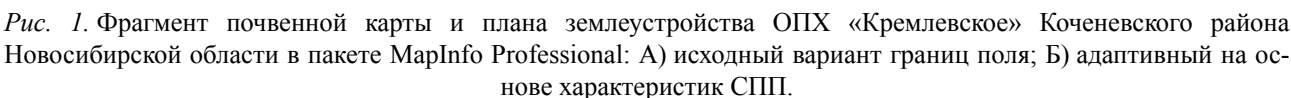
Топологическая задача заключается в выявлении границ различных типов земель, а следовательно, применения различных агротехнических приемов и, возможно, систем земледелия в целом, на местности, или картографировании типов земель хозяйства.

В реальной ситуации практически любое производственное поле, особенно при больших размерах, включает в себя ареалы почв, относящихся к разным классификационным видам, родам и даже почвенным типам. В связи с этим наименьшей таксономической единицей в классификации земель должна быть не наименьшая классификационная почвенная единица, а наименьший *топологический выдел*, характеризующийся минимальной степенью неоднородности. В качестве такого выдела в разные годы предлагались «местоположение», «фация» [8], «элементарный почвенный сельскохозяйственный ареал» [6], которые характеризовались комплексом ландшафтных условий, и, прежде всего, привязкой к определенному элементу мезорельефа с присущими ему внутренней почвенной неоднородностью и особенностями геохимического массоэнергообмена. С точки зрения производства каждый такой выдел должен быть однороден агротехнологически. В концепции адаптивно-ландшафтного земледелия В.И. Кирюшиным [1] предложен термин «элементарный ареал агроландшафта», или ЭАА, который характеризует топологический выдел низшей таксономической ступени в классификации земель – вид земель. Границы ЭАА идентифицируются по границам крупного элементарного почвенного ареала (ЭПА) или элементарной почвенной структуры (ЭПС). Объединение видов земель в однородные по типу использования и агротехнологий массивы (типы земель) осуществляется на основе сходства лимитирующих факторов. Для производственных участков со сложными почвенными комбинациями лимитирующий фактор определяется по компонентам с худшими агроэкологическими условиями.

томорфных – черноземов выщелоченных – до гидроморфных заболоченных и засоленных.

Большое количество почвенных ареалов в пределах поля с различающимися свойствами обусловило высокие значения коэффициентов контрастности и неоднородности (табл. 1). Однако если площадь данного поля ограничить в пределах ареалов чернозема вы-

Результаты агроэкологической оценки и типизации земель на примере ОПХ «Кремлевское» Коченевского района Новосибирской области. ОПХ «Кремлевское» расположено в западной части Приобского плато, переходной к Барабинской низменности. В связи с этим почвенный покров исследуемой территории включает в себя спектр почв от ав-



A part of the soil map and land management plan of farm “Kremlevskoe” in Kochenevo district of Novosibirsk region in MapInfo Professional: A) initial data of field boundaries, B) adaptive plan based on SS characteristics

12

Таблица 1

Сравнительная характеристика показателей неоднородности почвенного покрова в зависимости от конфигурации участка

Comparative characteristics of soil mantle inhomogeneity in relation to plot configurations

Тип почвенной комбинации	Площадь, га	Число почвенных контуров	КР	КК	КС	КН
С участием засоленных почв (исходный вариант границ поля)	509	66	3,1	10,3	0,4	4,1
Без участия засоленных почв (адаптивный вариант на основе СПП)	352	63	3,4	4,6	0,6	2,8

Примечание: КР – коэффициент расчлененности почвенного ареала; КК и КС – коэффициент контрастности и коэффициент сложности почвенного покрова на заданной площади; КН – коэффициент неоднородности – характеристика, интегрирующая показатели контрастности почвенных свойств и геометрической сложности почвенного покрова.

AN – average number of permeable intervals in the section of soil areal; CR and CC – contrast ration and complexity coefficient of soil mantle at the plot; IC – inhomogeneity coefficient – characteristics that integrates parameters of soil contrast ratio and geometric complexity of soil mantle

щелоченного $Ч_2^3$ и комплексов лугово-черноземных почв с серыми лесными и солодами луговыми $Чл^{сд}Сд^1$ и $Чл^{сд}Л^{сд}Сд^1$, то контрастность почвенного покрова существенно снизится. Площадь поля в этом случае уменьшится от 509 до 352 га (см. рис. 1Б).

На основе ранее проведенных исследований была разработана агроэкологическая типология земель Приобского плато, в которой в единой генетико-геохимической системе выделено 5 агроэкологических групп земель: плакорные (автоморфные), эрозийные, переувлажненные, солонцовые, засоленные [15]. Типы земель выделяются по степени проявления ведущего признака, определяющей тип использования и агротехнологии, или по сочетанию нескольких из них, например, переувлажнение почв часто сопровождается усилением проявления солонцеватости и засоления (рис. 2, табл. 2).

На автоморфных землях, представленных черноземами выщелоченными и обыкновенными и их неконтрастными комплексами с серыми лесными с долей участия до 10%, урожайность сельскохозяйственных культур лимитируется погодными условиями – фактором, который в настоящее время относится к нерегулируемым. Вторым важнейшим фактором является дефицит азота и частично фосфора, но обеспеченность растений элементами питания является управляемым фактором и реализуется за счет применения системы удобрений [16-18].

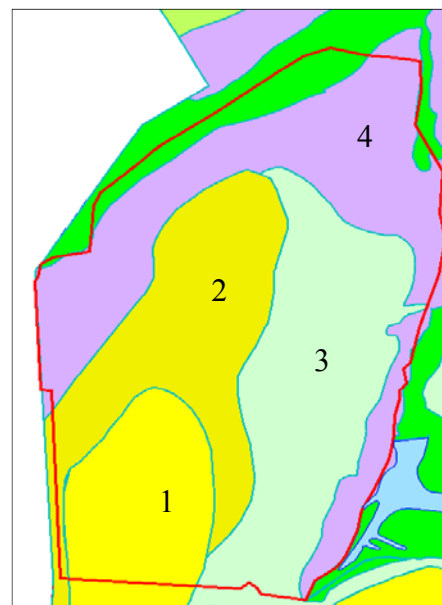


Рис. 2. Карта агроэкологических типов земель в ОПХ «Кремлевское» (фрагмент). Условные обозначения:

- 1 – автоморфные; 2 – слабопереувлажненные;
3 – среднереувлажненные; 4 – солончаковатые и солончаковые переувлажненные

Map of agroecological types of land at farm «Kremlevskoe» (a part) Identification marks:

- 1 – automorphic lands, 2 – slightly overmoistened lands,
3 – medium overmoistened lands, 4 – solonchak-like soil lands and solonchak overmoistened lands

На слабо- и среднереувлажненных землях наличие солодей луговых, расположенных, как правило, в замкнутых западинах и занимающих в первом случае 10%, во втором – 25% площади, приводит к задержке начала посевных работ, которая может составлять 10–14 дней [19, 20]. Кроме того, мощность гумусового слоя солодей луговых составля-

Таблица 2

Агроэкологические типы земель ОПХ «Кремлевское» Коченевского района (фрагмент)
Agroecological types of lands in "Kremlevskoe" farm of Kochenevo district of Novosibirsk region (a part)

Группы земель	Типы земель	Элемент рельефа	Доминирующие почвенные комбинации	Лимитирующие факторы	Рекомендуемые типы севооборотов	Система основной обработки почвы	Возможные пути интенсификации
Плакорные	1. Автоморфные	Вершины увалов и повышенные плоские пространства	Чв-ЧвЛ 2 ^{эл} (10), Чо ^{эл} -ЧоЛ 2 ^{эл} (10)	Быстрое обесструктурирование пахотного слоя, ранневесенний дефицит азота и фосфатов	Пашня, зернопаровые севообороты, продовольственная пшеница, озимая рожь	Чередование разных видов обработки	Возможен отказ от энергоемких видов обработки, гербициды, удобрения
Переувлажненные	2. Слабопереувлажненные	Средние части склонов, плоские слабоклонные поверхности с микрорельефом	Чл ^{эл} *Сд ^н (10) + Сд ^н +Лч	Неоднородность по мощности гумусового горизонта и срокам наступления физической спелости	Пашня, зернопаровые севообороты, продовольственное зерно, зернофураж	Глубокая безотвальная обработка	Комбинированные посевные агрегаты, химизация
	3. Среднепереувлажненные	Нижние части склонов собирающей формы, вторая приозерная терраса	Чл ^{эл} *Л 2 ^{эл} Сд ^н (25) + Сд ^н +Лч	Кратковременное переувлажнение, неоднородность по мощности гумусового горизонта и срокам поступления почв	Пашня, зернопаровые севообороты, раннеспелые сорта, зернофураж, многолетние травы	Глубокая безотвальная обработка	Комбинированные посевные агрегаты, химизация
Засоленные	4. Солончаковые и солончаковые переувлажненные	Нижние части склонов, пониженные равнины	Лч ^{эл} +Лч ^{эл} +Лг ^{эл} +Сд ^н	Периодическое переувлажнение почв, умеренная токсичность почвенного раствора	Пашня, кормовые севообороты, многолетние солевостойчивые травы	Глубокая безотвальная обработка	Комбинированные посевные агрегаты, химизация

Примечания. 1. Нумерация типов земель приведена в соответствии с нумерацией на рис. 2.

2. Чв-ЧвЛ 2^{эл} (10) – вариация чернозема выщелоченного и комплекса чернозема выщелоченного с серой лесной почвой с долей участия до 10%; Чо^{эл}-ЧоЛ 2^{эл} (10) – вариация чернозема обыкновенного осолоделого и комплекса чернозема осолоделого с серой лесной почвой до 10%; Чл^{эл}*Л 2^{эл}Сд^н (25) + Сд^н+Лч – сочетание комплекса лугово-черноземных почв осолоделых и карбонатных, серой лесной осолоделой и солонди луговой до 25 %, с ареалами солонди луговых и черноземно-луговых почв; Лч^{эл}+Лч^{эл}+Лг^{эл}+Сд^н – сочетание черноземно-луговых солончаковых и солончаковых с луговыми осолоделыми и солонди луговыми.

Note 1. Numeration of the lands types is reviewed in accordance with the numeration in Figure 2

2. Чв-ЧвЛ2сд(10) - variant of leached chernozem and complex of leached chernozem with grey forest soil up to 10%; Чосд-Чол2сд(10) – variant of solodic chernozem and complex of solodic chernozem with grey forest soil up to 10%; Члсд*Л2сдсд(25) + Сдл+ Лч – combination of solodic and carbonate meadow and chernozem soils, grey forest soil and meadow solod up to 25%, with raels of meadow solods and chernozem and meadow solonchak-like and solonchak soils with solodic meadow and meadow solods

Таблица 3

**Сравнительная характеристика экономических показателей при разных способах использования
производственного поля I-2/509**

Comparative characteristics of economic parameters when using the field in different ways I-2/509

Варианты использования		Площадь, га	Урожайность при экстенсивном уровне производства, т/га	Затраты на объем работ, тыс. руб.	Рентабельность, %
А	Пшеница	509	1,6	2930,7	36
	Пшеница	352	2,1	2018,6	64
Б	Многолетние травы	157	2,9	244,1	

ет 12–15 см, обработка их с оборотом пласта на глубину более 15 см приводит к извлечению на поверхность нижележащего практически безгумусного слоя. Это существенным образом увеличивает пестроту почвенного покрова и последующее неоднородное состояние агроценоза. Здесь снижение затрат будет осуществляться приемами адаптации технологий, в частности подбором раннеспелых культур с более коротким периодом вегетации, использованием комбинированных посевных агрегатов, отказом от использования отвальной вспашки при обработке почвы.

На засоленных землях требуется принципиально иная система земледелия. Это преимущественно кормовые севообороты с соответствующей системой основной обработки почв и в целом системой производства кормовых культур.

В соответствии со схемой агроэкологических типов земель на исследуемом поле I-2/509 выведенная из зернопарового севооборота площадь 157 га относится к типу засоленных земель, где главным лимитирующим фактором является частое переувлажнение почв и токсичность почвенного раствора. Целесообразно использование ее в кормовом севообороте с многолетними солеустойчивыми травами (см. табл. 2).

Расчет экономических характеристик, проведенный для двух вариантов использования, показал, что дифференцированное использование земель на данном массиве, несмотря на снижение площади под полевыми культурами и, соответственно, снижение валового сбора урожая, имеет преимущества перед использованием всей площади данного поля (509 га) в зернопаровом севообороте,

как это предусмотрено в зональной системе земледелия, разработанной для хозяйства в ЗапСибНИИГипрозем в 1984 г. Изменение экономических характеристик в лучшую сторону обусловлено существенным снижением затрат за счет замены части производства пшеницы на выращивание многолетних трав (табл. 3).

Таким образом, повышение эффективности земледелия во многих хозяйствах, расположенных на территориях со сложным почвенным покровом, возможно уже на этапе корректировки землеустройства. Адаптация сельскохозяйственных культур, способов обработки почвы, а также всех других модулей системы земледелия к особенностям почвенного покрова, рельефа и микрорельефа, литологических условий основана на агроэкологической оценке и типизации земель хозяйства, проведенной на новой методологической и методической основе с учетом динамики социально-экономических, экологических и технологических условий.

ВЫВОДЫ

1. Агроэкологическая оценка и типизация земель являются необходимым предварительным этапом при проектировании адаптивно-ландшафтных систем земледелия.

2. Методологической основой агроэкологической типизации земель является исследование не только почвенного покрова, но и всех других компонентов агроландшафта: рельефа и микрорельефа, глубины залегания грунтовых вод и др., выявление лимитирующего фактора.

3. В качестве количественного критерия агроэкологической типизации земель могут использоваться морфометрические параметры структуры почвенного покрова. адаптированных к агроэкологическим условиям типов земель, повышается при снижении коэффициента контрастности почвенного покрова.
4. Экономическая эффективность выращивания сельскохозяйственных культур, покровов.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Кирюшин В.И. Концепция адаптивно-ландшафтного земледелия. – М., 1993. – 64 с.
2. Сорокина Н.П. Методология составления крупномасштабных агроэкологически ориентированных почвенных карт. – М., 2006. – 166 с.
3. Агроэкологическая оценка земель, проектирование адаптивно-ландшафтных систем земледелия и агротехнологий: метод. руководство. – М.: ФГНУ «Росинформагротех», 2005. – 784 с.
4. Фридланд В.М. Структура почвенного покрова. – М.: Мысль, 1972. – 423 с.
5. Глазовская М.А. Геохимические аспекты типологии и методика исследования природных ландшафтов. – М.: Изд-во МГУ, 1964. – 229 с.
6. Перельман А.И. Геохимия ландшафтов. – М.: Высшая школа, 1975. – 341 с.
7. Информационно-справочные системы по оптимизации землепользования в условиях ЦЧЗ. – Курск, 2002. – 118 с.
8. Сорокина Н.П., Козлов Д.Н. Методы цифровой почвенной картографии в задачах агроэкологической оценки земель // Цифровая почвенная картография: теоретические и экспериментальные исследования. – М.: Почв. ин-т им. В.В. Докучаева, 2012. – С. 140–154.
9. Романова Е.Н., Мосолова Г.И., Береснева И.А. Микроклиматология и ее значение для сельского хозяйства. – Л.: Гидрометеиздат, 1983. – 245 с.
10. Агроэкологическая оценка и типизация земель как базовый элемент проектирования адаптивно-ландшафтного земледелия. – ГНУ Сиб. НИИ земледелия и химизации сел. хоз-ва. – Новосибирск, 2011. – 55 с.
11. Гамзиков Г.П. Агрохимия азота в агроценозах. – Новосибирск: РАСХН. Сиб. отд-ние, 2013. – 790 с.
12. Эффективность удобрения азотом яровой пшеницы и ячменя в лесостепи Западной Сибири / А.Н. Власенко, И.Н. Шарков, В.Н. Шоба, С.А. Колбин // Земледелие. – 2015. – №1. – С. 25–27.
13. Холмов В.Г., Юшкевич Л.В. Интенсификация и ресурсосбережение в земледелии лесостепи Западной Сибири. – Омск: Изд-во ФГОУ МПО ОмГАУ, 2006. – 396 с.
14. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Влияние микрорельефа на распределение запасов нитратного азота удобрений и продуктивность яровой пшеницы в лесостепи Приобья // Вестн. НГАУ. – 2012. – №2(23). – С. 12–16.
15. Капустянчик С.Ю., Добротворская Н.И. Группировка агроландшафтов лесостепи Приобья с использованием ГИС на примере ключевого участка // Новые методы и результаты исследований ландшафтов в Европе, Центральной Азии и Сибири: в 5 т. Т. 2: Изучение и мониторинг процессов в почвах и водных объектах. – М.: Изд-во ФГБНУ «ВНИИ агрохимии» в содружестве с Акад. почв. плодородия Митчерлиха (МИТАК), Паулиненуэ, Германия, 2018. – С. 60–64.

REFERENCES

1. Kiryushin V.I. *Kontseptsiya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya* (The concept of adaptive landscape farming), Pushchino, 1993, 64 p.
2. Sorokina N.P. *Metodologiya sostavleniya krupnomasshtabnykh agroekologicheskikh orientirovannykh pochvennykh kart* (Methodology for compiling large-scale agro-ecologically oriented soil maps), Moscow, 2006. 166 p.
3. *Agroekologicheskaya otsenka zemel', proektirovanie adaptivno-landshaftnykh sistem zemledeliya i agrotekhnologii* (Agroecological land assessment, design of adaptive-landscape farming systems and agrotechnologies), Moscow: FGNU Rosinformagrotekh, 2005, 784 p.

4. Fridland V.M. *Struktura pochvennogo pokrova* (The Structure of Soil Cover), Moscow: Mysl', 1972, 423 p.
5. Glazovskaya M.A. *Geokhimicheskie aspekty tipologii i metodika issledovaniya prirodnikh landshaftov* (Geochemical aspects of the typology and methods of studying natural landscapes, Moscow: Izd-vo MGU, 1964, 229 p.
6. Perel'man A.I. *Geokhimiya landshaftov* (Landscape Geochemistry), Moscow: Vysshaya shkola, 1975, 341 p.
7. *Informatsionno- spravochnye sistemy po optimizatsii zemlepol'zovaniya v usloviyakh TsChZ* (Information and reference systems for optimizing land use in conditions of TsChZ), Kursk, 2002, 118 p.
8. Sorokina N.P., Kozlov D.N. In: *Tsifrovaya pochvennaya kartografiya: teoreticheskie i eksperimental'nye issledovaniya* (Digital soil cartography: theoretical and experimental studies), Moscow: Pochvennyi in-t im. V.V. Dokuchaeva, 2012, ch. 3, pp. 140-154.
9. Romanova E.N. Mosolova G.I., Beresneva I.A. *Mikroklimatologiya i ee znachenie dlya sel'skogo khozyaistva* (Microclimatology and its importance for agriculture), Leningrad: Gidrometeoizdat, 1983, 245 p.
10. *Agroekologicheskaya otsenka i tipizatsiya zemel' kak bazovyi element proektirovaniya adaptivno-landshaftnogo zemledeliya* (Agroecological assessment and land typing as a basic element of the design of adaptive-landscape agriculture), Novosibirsk: GNU Sib. nauch.-issl. in-t zemledeliya i khimizatsii sel. khoz-va, 2011, 55 p.
11. Gamzikov G.P. *Agrokhimiya azota v agrotsenozakh* (Agrochemistry of nitrogen in agrocenoses), Novosibirsk: RASKhN, 2013, 790 p.
12. Vlasenko A.N., Sharkov I.N., Shoba V.N., Kolbin S.A. *Zemledelie*, 2015, No. 1, pp. 25-27. (In Russ.)
13. Kholmov V.G., Yushkevich L.V. *Intensifikatsiya i resursoberezhenie v zemledelie lesostepi Zapadnoi Sibiri* (Intensification and resource saving in agriculture of the forest-steppe of Western Siberia), Omsk: Izd-vo FGOU MPO OmGAU, 2006, 396 p.
14. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. *Vestnik NGAU*, 2012, No. 23(2), pp. 12-16. (In Russ.)
15. Kapustyanchik S.Yu., Dobrotvorskaya N.I. In: *Novye metody i rezul'taty issledovaniy landshaftov v Evrope, Tsentral'noi Azii i Sibiri* (New methods and results of landscape research in Europe, Central Asia and Siberia, vol.2), Moscow: Izd-vo FGBNU VNII agrokhimii v sodruzhestve s Akademiei pochvennogo plodorodiya Mitcherlikha (MITAK), Paulinenaue, Germaniya, 2018, Vol. 2, pp. 60-64.