



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ ПОЛИТИКИ И ОБРАЗОВАНИЯ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования**

**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ А.А. ЕЖЕВСКОГО»
(ФГБОУ ВО Иркутский ГАУ)**

Агрономический факультет

Кафедра агроэкологии и химии

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

**для прохождения производственной практики по научно-
исследовательской работе**

для студентов направления подготовки 35.03.03 – агрохимия и
агропочвоведение

Молодежный 2021

УДК 378.147.88(072)

М 545

Рекомендовано к изданию методическим советом агрономического факультета Иркутского ГАУ им. А. А. Ежевского (протокол № 5 от 19 января 2021 г.)

Составители: Клименко Н.Н., Дмитриева Е.Ш.

Рецензент: Бояркин Е.В.

Методические указания для прохождения производственной практики по научно-исследовательской работе для студентов направления подготовки 35.03.03 – агрохимия и агропочвоведение / Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского ; сост.: Н. Н. Клименко, Е. Ш. Дмитриева. - Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2021. – 58 с. – Текст : электронный.

© Клименко Н.Н., Дмитриева Е.Ш., 2021

© Иркутский ГАУ им. А. А. Ежевского, 2021

Введение

Программа учебной практики по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности разработана на основе ФГОС ВО по направлению подготовки 35.03.03 агрохимия и агропочвоведение и положения о порядке проведения практик. Практика предусмотрена учебным планом и является частью основной профессиональной образовательной программы.

Целью практики является закрепление и углубление знаний, полученных при изучении теоретического курса дисциплины земледелие и подготовка к изучению дисциплины растениеводство; накопление опыта практической работы по специальности; получение умений и навыков научно-исследовательской деятельности.

Руководителями практики назначаются преподаватели от кафедр агроэкологии, агрохимии, физиологии и защиты растений и земледелия и растениеводства. Перед началом практики руководители проводят инструктаж по технике безопасности и знакомят студентов с планом прохождения практики и формой отчетности.

На каждый день практики руководителями практики предусмотрены задания, которые выполняются студентами и оформляются в виде отчета. После выполнения задания и заполнения отчета студент должен защитить отчет руководителю практики. После выполнения всех заданий и защиты отчетов выставляется дифференцированный зачет.

1. Цель и задачи практики

Цель практики: - получить первичные умения и навыки в научно-исследовательской деятельности, связанной с сохранением и воспроизводством почвенного плодородия, производства экологически безопасной продукции растениеводства

Задачи учебной практики:

- знакомство с современными экологически безопасными технологиями восстановления плодородия почвы и производства продукции растениеводства;
- изучение сорнополевой растительности (сбор, определение, описание и гербаризация);
- распознавание основных сельскохозяйственных культур и их сортов;
- учет и картографирование засоренности полей для прогноза сорняков и обоснование противосорняковых мер;
- овладение методикой технологического контроля качества полевых работ и эксплуатации машинного оборудования, осуществление контроля и оценки качества полевых работ;
- закрепление теоретических знаний по морфологическим и биологическим особенностям, технологиям возделывания полевых культур;

- приобретение навыков оценки состояния сельскохозяйственных культур и наблюдений за ними при возделывании в полевых условиях;
- обеспечение становления профессионального научно-исследовательского мышления студентов, формирование у них четкого представления об основных профессиональных задачах, способах их решения;
- -формирование умений использовать современные технологии сбора информации, обработки и интерпретации полученных экспериментальных и эмпирических данных, владение современными методами исследований;
- - самостоятельное формулирование и решение задач, возникающих в ходе научно-исследовательской деятельности;
- - проведение библиографической работы с привлечением современных информационных технологий.
-

2. Место практики в структуре образовательной программы

Учебная практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности входит в состав раздела Б.2 «Практики» учебного плана по направлению подготовки 35.03.04 – Агрономия. Учебной практике по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности предшествует обязательное изучение следующих дисциплин:

/п	Наименование предшествующих дисциплин, практик	№ разделов и тем	Краткое описание порогового уровня освоения студентом

			предшествующей учебной дисциплины, практики
.	Ботаника	все разделы	обучающ ийся должен освоить знания, умения и навыки, заявленные в дисциплине (разделе)
.	Общее почвоведение	все разделы	
	География почв	все разделы	
	Физиология растений	все разделы	
	Почвенная микробиология	все разделы	
	Основы научных исследований в агрономии	все разделы	
	Сельскохозяйственная экология	все разделы	
	Земледелие	1,2 раздел	
	Экология	все разделы	

Учебная практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности обеспечивает в последующем прохождение:

/п	Наименование обеспечиваемых дисциплин, практик	№ разделов и тем
----	---	-------------------------

	Земледелие	3,4,5 разделы
	Агрохимия	все разделы
	Система удобрений	все разделы
	Химия окружающей среды	все разделы
	Химические средства защиты растений	все разделы
	Основы экотоксикологии	все разделы
	Методы экологических исследований	все разделы
	Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза	все разделы
	Экологически безопасные технологии в земледелии.	все разделы
0	Агрохимические методы исследований	все разделы
1	Методы почвенных исследований	все разделы

3. Вид практики, способы и формы ее проведения

Вид (тип) практики – учебная, способ проведения практики – стационарный.

Базой проведения практики является опытно-экспериментальный участок агрономического факультета Иркутского ГАУ, расположенный в п. Молодежный.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья учебная практика осуществляется путем выбора мест прохождения практики с учетом состояния здоровья и требований по доступности (в каждом конкретном случае).

Учебная практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности проводится в следующей форме: непрерывно – путем выделения в календарном учебном графике непрерывного периода учебного времени для проведения данного вида практики, предусмотренной ОП. Сроки прохождения – июнь месяц.

4. Перечень планируемых результатов обучения при прохождении учебной практики, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс прохождения учебной практики по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности на базе опытно-экспериментального участка агрономического факультета Иркутского ГАУ, расположенного в п. Молодежный, направлен на формирование следующих компетенций:

ОПК-5 готовностью проводить физический, физико-химический, химический и микробиологический анализ почв, растений, удобрений и мелиорантов

ПК-1 готовностью участвовать в проведении почвенных, агрохимических и агроэкологических обследований земель

ПК-5–способностью обосновать рациональное применение, технологических приемов воспроизводства плодородия почв

ПК-6 готовностью составить схемы севооборотов, системы обработки почвы и защиты растений, обосновать экологически безопасные технологии возделывания культур

ПК-15 способностью к проведению почвенных, агрохимических и агроэкологических исследований

ПК-16 способностью к обобщению и статистической обработке результатов опытов, формулированию выводов

5. Объем учебной практики по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности в зачетных единицах и ее продолжительность в неделях (либо в часах)

Общая трудоемкость практики составляет 6 зачетных единицы или 216 часов, продолжительность - 4 недели. Учебная практика по получению первичных умений и навыков научно-исследовательской деятельности осуществляется на 2 курсе по очной форме обучения, на 2 курсе по заочной форме обучения.

6. Обязанности руководителей практики и обучающегося

Руководитель практики от организации:

составляет рабочий график (план) проведения практики;
разрабатывает индивидуальные задания для обучающихся, выполняемые в период практики;

участвует в распределении обучающихся по рабочим местам и видам работ в организации;

осуществляет контроль за соблюдением сроков проведения практики и соответствием ее содержания требованиям, установленным образовательной программой.

Обучающиеся в период прохождения практики:

выполняют индивидуальные задания, предусмотренные программами практики;

соблюдают правила внутреннего трудового распорядка;

соблюдают требования охраны труда и пожарной безопасности.

7. Формы отчетности по практике

На промежуточную аттестацию по учебной практике предоставляются следующие документы:

- план учебной практики (см. Приложение 1),
- отчет о прохождении учебной практики (см. Приложение 2).

Отчет должен быть написан с соблюдением норм литературного языка, правил грамматики и с учётом специфики научной речи – точности и однозначности.

Основной текст отчета должен быть напечатан на одной стороне стандартного листа писчей бумаги формата А 4. Шрифт TimesNewRoman – обычный, размер – 14 pt, междустрочный интервал – одинарный, выравнивание «по ширине». Поля должны оставаться по всем четырём сторонам печатного листа: левое поле – 30 мм, правое – не менее 10 мм, верхнее и нижнее – 20 мм. Абзац должен равняться пяти буквенным знакам (1,25 см).

Структура отчета:

Введение (отразить цель и задачи практики).

Место и время прохождения практики

Проделанная работа (по разделам плана практики).

Заключение

Перечень учебной литературы и ресурсов сети «Интернет», необходимых для проведения учебной практики

8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы

а) основная литература:

1. Земледелие [Текст] : учеб.для вузов по направлениям и спец. агроном. образования / Г. И. Баздырев [и др.] ; под ред. Г. И. Баздырева. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 607 с.
2. Земледелие [Текст] : практикум : учеб.пособие для вузов по агроном. спец. / И. П. Васильев [и др.]. - М.: ИНФРА-М, 2013. - 423 с.
3. Растениеводство : учеб. для вузов / Г. С. Посыпанов [и др.] ; под ред. Г. С.Посыпанова, 2007. - 612 с.
4. Таланов, Иван Павлович. Практикум по растениеводству : учеб. пособие длявузов / И. П. Таланов, 2008. - 279 с.
5. Дубачинская, Нина Никоноровна. Технология производства продукции растениеводства. [Электронный ресурс] / Дубачинская Н.Н., 2011. - 329 с. -Режим доступа: <http://rucont.ru/efd/205015>
6. Агроэкология / В.А. Черников, Р.М. Алексахин, А.В. Голубев и др.; Под ред. В.А. Черникова, А.И. Чекереса. – М.: Колос, 2000
7. Агроэкология. Методология, технология, экономика / В. А. Черников, И. Г. Грингоф, В. Т. Емцев и др. Под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. – М.: КолосС, 2004
8. Кирюшин В.И. Экологические основы земледелия. – М.: Колос, 1996
9. Черников В.А., Милащенко Н.З., Соколов О.А. Экологическая безопасность и устойчивое развитие. Книга 3. Устойчивость почв к антропогенному воздействию. Пушкино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2001
10. Черников В.А., Соколов О.А. Экологически безопасная продукция. – М.: КолосС, 2009.

б) дополнительная литература:

1. Адаптивные технологии производства продукции растениеводства в системах земледелия Приангарья [Текст] : (агротехн. рек.) / В. И. Солодун [и др.] ; ред. и сост. В. А. Останин ; Иркут. науч.-исслед. ин-т сел. хоз-ва, Иркут. гос. с.-х. акад. - Иркутск : ИрГСХА : ИНИИСХ, 2009. - 154 с.
2. Антоний А.К. Зернобобовые культуры на корм и семена /А.К. Антоний, А.П. Пылов. –Л.: Колос, 1980. –221 с.
3. Брикман В.И. Рапс, сурепица и редька масличная в Восточной Сибири /В.И. Брикман, А.С. Евтеев, С.А. Юргин. -М.: Росагропромиздат, 1989. –57 с.
4. Вавилов П.П. Новые кормовые культуры /П.П. Вавилов, А.А. Кондратьев – М.: Россельхозиздат, 1975. – 350 с.
5. Воронцова В.П. Яровая пшеница в Восточной Сибири - М.: Россельхозиздат, 1987. –79 с.
6. Гатаулина Г.Г. Практикум по растениеводству/ Г.Г. Гатаулина, М.Г. Объедков –М.: Колос, 2000. –216 с.
7. Дмитриев В. Е. Частное растениеводство полевых культур.] : учеб. пособие для вузов / В. Е. Дмитриев. - Красноярск : Изд-во КГАУ, 2006. - 265 с.

8. Зернобобовые культуры: Учебно-практическое руководство по выращиванию зерновых культур /Шпаар Д., Элмер Ф., Постников А., и др.; Под общ. ред. Д. Шпаара. –Минск: ФУАинформ, 2000. –264 с.
9. Зерновые культуры /Д. Шпаар, Ф. Элмер, А. Постников и др.; Под общ. ред. Д.Шпаара – Минск: ФУАинформ, 2000. – 421с.
10. Иваненко А.С. Озимая рожь в Сибири – М.: Колос, 1983. –99 с.
11. Иванов А.И. Люцерна – М. : Колос, 1980. –349 с.
12. Интенсивные технологии возделывания полевых культур в Иркутской области: Учебное пособие /Иркутск: ИСХИ, 1991. –200 с.
13. Картофель: Учебно-практическое руководство по выращиванию картофеля /Д. Шпаар, В. Иванюк, П. Шуман и др.; Под общ. ред. Д. Шпаара Минск: ФУАинформ, 1999. – 217 с.
14. Кобылянский В.Д. Рожь: Генетические основы селекции – М.: Колос, 1982. – 271 с.
15. Кормовые корнеплоды / В.Н. Киреев, А.В. Петров, М.А. Мельникова, И.С. Дергунов – М.: Колос, 1975. –192 с.
16. Кукуруза: Учебно-практическое руководство по выращиванию кукурузы /Д. Шпаар, В. Шлапунов, А. Постников и др.; Под общ. ред. В.А. Щербакова. –Минск: ФУАинформ, 1999. – 192 с.
17. Майсурян Н.А. Растениеводство (лабораторные занятия). – М.:Сельхозгиз, 1960. –384 с.
18. Машины для возделывания сельскохозяйственных культур [Текст] : учеб. пособие для вузов / сост. С. Г. Щукин [и др.]. - Новосибирск : Изд-во НГАУ, 2011. - 124 с. : ил.
19. Мальцев В.Т. Основы ресурсосберегающего земледелия Приангарья: Методические рекомендации /В.Т. Мальцев, Ф.С. Султанов, В.А. Останин и др. –Иркутск: Вост. – Сиб. изд. компания, 2001. –176 с.
20. Макарова Г.И. Многолетние кормовые травы Сибири – Омск: Западно-Сибирское кн. изд-во. Омское отделение, 1974. –248 с.
21. Макашѐва Р.Х. Горох - Л.: Колос, 1973. –312 с.
22. Медведев П.Ф. Кормовые растения европейской части СССР /П.Ф. Медведев, А.И. Сметанникова - Л.: Колос, 1981. – 336 с.
23. Растениеводство /Г.С. Посыпанов, В.Е. Долгодворов, Г.В. Коренев и др.; Под ред. Г.С. Посыпанова. – М.: Колос, 1997. –448 с.
24. Сагирова Р.А. Возделывание кукурузы в Иркутской области. Иркутск: ИрГСХА, 2011. – 19 с.
25. Сельскохозяйственная техника: каталог. - М. : Росинформагротех, 2005. Т. 1 . Техника для растениеводства. - 291 с.
26. Сельскохозяйственная техника: каталог. - М. : Росинформагротех, 2005. Т.2. Техника для растениеводства. - 2007. - 284 с.
27. Сельскохозяйственная техника: каталог. - М. : Росинформагротех, 2005 Т.3 : Техника для растениеводства. - 2007. - 235 с.
28. Хуснидинов, Шарифзян Кадинович. Нетрадиционные сидеральные культуры и плодородие почв Прибайкалья / Ш. К. Хуснидинов, 1999. - 187
29. Якименко А.Ф. Гречиха – М.: Колос, 1982. –196 с.

30. Баздырев, Г. И. Земледелие / Г.И. Баздырев, В.Г. Лошаков, А.Я. Рассадин. – М.: КолосС, 2008.- 608 с.
31. Васильев, И.П. Практикум по земледелию / И.П. Васильев, А.М. Туликов, Г.И. Баздырев и др.-М.: Колос, 2004 - 424 с.
32. Баздырев, Г.И. Защита сельскохозяйственных культур от сорных растений / Г.И. Баздырев. - М.: КолосС, -2004.
33. Солодун, В.И. Механическая обработка почвы и ее научное обоснование в Предбайкалье / В.И. Солодун. – Иркутск, Изд-во ИрГСХА, 2009. – 200 с.
34. Филиппов, А.С. Методическое пособие к лабораторно-практическим занятиям по агрофизике почв / А.С. Филиппов, Ю.А. Доманский, А.М. Зайцев. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2002. – 54 с.
35. Филиппов, А.С. Сорные растения Приангарья и меры борьбы с ними / А.С. Филиппов, Ю.А. Доманский, М.С. Горбунова, А.М. Зайцев. – Иркутск: Изд-во ИрГСХА, 2002. – 180 с.
36. Дмитриев, Василий Васильевич. Прикладная экология: учеб. для вузов/ В. В. Дмитриев, А. И. Жиров, А. Н. Ласточкин. - М. : Академия, 2008. - 600 с.
37. Хаскин, Владлен Владимирович. Экология человека: учеб. пособие для вузов/ В.В. Хаскин, Т. А. Акимова, Т. А. Трифонова. - М. : Экономика, 2008. - 367 с
38. Иванова, Е.П. Практикум по сельскохозяйственной экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.П. Иванова. — Электрон. дан. — Уссурийск : Приморская ГСХА, 2015. — 139 с.
39. Коростелёва, Л.А. Основы экологии микроорганизмов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Л.А. Коростелёва, А.Г. Кошаев. — Электрон. дан. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 240 с.
40. Лопырев М.И., Макаренко С.А. Агрорландшафты и земледелие. – Воронеж, 2001
41. Минеев В.Г., Ремпе Е.Х. Агрехимия, биология и экология почвы. – М., 1990
42. Милащенко Н.З., Соколов О.А., Брайсон Т., Черников В.А. Устойчивое развитие агрорландшафтов. Т. 1, 2. – Пущино: ОНТИ ПНЦ РАН, 2000
43. Околелова, А.А. Экологическое почвоведение и законы экологии [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.А. Околелова, В.Ф. Желтобрюхов, Г.С. Егорова. — Электрон. дан. — Волгоград : Волгоградский ГАУ, 2017. — 220 с.
44. Реймерс Н. Ф. Природопользование. Словарь-справочник. М.: Мысль, 1990
45. Сельскохозяйственная экология / Н.А. Уразаев, А.А. Вакулин, В.И. Марымов и др. – М.: Колос, 2000
46. Соколов О.А., Бубнова Т.В. Атлас распределения нитратов в растениях. – Пущино, 1989
47. Соколов О.А., Черников В.А. Атлас распределения тяжёлых металлов

в объектах окружающей среды. Пушино: ОНТИ ПНЦ РАН, 1999

48. Химическое загрязнение почв и их охрана. Словарь-справочник / Сост. Д. С. Орлов и др. – М.: Агропромиздат, 1991

49. Экологический энциклопедический словарь – М.: Издат. Дом «Ноосфера»

11.2. Перечень ресурсов сети «Интернет»

№ п/п	Наименование ресурса	Адрес в Интернет
1	Портал Сибирского регионального отделения РАСХН	http://www.sorashn.ru
2	Портал Российской академии сельскохозяйственных наук	http://www.agroacadem.ru
3	Официальный интернет портал МСХ РФ	http://www.mcx.ru/
4	Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук (ГНУ ЦНСХБ Россельхозакадемии)	http://www.cnsnb.ru
5	Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Государственная публичная научно-техническая библиотека Сибирского отделения Российской академии наук	http://www.spsl.nsc.ru
6	Российский центр сельскохозяйственного консультирования(база данных информационных ресурсов)	http://mcx-consult.ru
7	Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU	http://elibrary.ru/defaultx.asp
8	Агроэкологический атлас России и сопредельных стран: экономические значимые растения, их болезни, вредители и сорные растения	http://www.agroatlas.ru

ПРАКТИЧЕСКАЯ ЧАСТЬ

Общие положения методики опытного дела

Студент выполняет контрольную работу после усвоения теоретического материала по Доспехову Б.А. Объем контрольной работы до 10 страниц компьютерного текста. В конце работы привести список использованной литературы и других источников. Работу подписать и датировать. На проверку предоставить в указанные сроки.

Контрольная работа предусматривает выполнение четырех заданий. Ответы давать в последовательности, предусмотренной настоящим контрольным заданием.

ЗАДАНИЕ 1 предусматривается выявить теоретическую подготовку необходимую для планирования конкретного полевого опыта в соответствии с заданием 2. основной источник информации – учебник, сведения, полученные в опытном учреждении.

ЗАДАНИЕ 2 необходимо совместно с избранным и закрепленным распоряжением заведующего кафедрой дать описание конкретного однофакторного полевого опыта. Это задание строго индивидуальное. В противном случае работа не будет зачтена.

ЗАДАНИЕ 3

Провести описание агрофитоценоза (посевы любых сельскохозяйственных культур) по предложенной методике

ЗАДАНИЕ 4

Оформить реферат, посвященный описанию, технологии и использованию культуры или агроприема по согласованию с научным руководителем.

ЗАДАНИЕ 1

1. Кратко охарактеризовать основные методы исследования, применяемые в научной агрономии.
2. Опишите основные этапы научного исследования
3. Определение полевого опыта и сельскохозяйственного производственного опыта. Какое между ними различие?
4. Основные методические требования к полемому опыту.
5. Классификация полевых опытов. Их краткая характеристика.
6. Какие опыты целесообразно проводить в условиях производства?
7. Основные элементы методики полевого опыта.
8. От каких параметров будет зависеть точность полевого опыта?
9. Опишите методы размещения делянок на опытном участке, повторений, вариантов. Их преимущества и недостатки
10. Техника разбивки и оформления полевого опыта на опытном участке.
11. Требования, к полевым работам на опытном участке.
12. Способы учета урожая и их особенности.

ЗАДАНИЕ 2

Планирование однофакторного полевого опыта

В данном задании студент должен представить план своего будущего исследования в виде однофакторного полевого опыта для конкретных условий своей выпускной квалификационной работы. Тему научного исследования и консультации по ней можно получить у научного руководителя или на кафедре агрономического факультета, или научного учреждения, на базе которого планируется выполнение ВКР.

При выполнении этого задания придерживаться следующего плана:

1. Выбрать тему и сформулировать ее название.
2. Выдвинуть рабочую гипотезу. Рабочая гипотеза – это научное предвидение результатов опыта.

3. Сформулировать задачи исследования.
4. Указать объекты исследования (культура, сорт, технология).
5. Разработать схему опыта (совокупность опытных и контрольных вариантов). Пример схемы однофакторного полевого опыта дан в учебниках.
6. Описать все элементы методики полевого опыта. Указать площадь делянки (опытной и учетной), ее длину, ширину, повторность, метод размещения вариантов, метод размещения делянок, метод размещения повторений. Метод учета урожая и повторность опыта во времени в учебниках.
7. Обосновать выбор подобранного опытного участка в поле конкретного полевого или овощного севооборота, сооружении защищенного грунта.
8. Начертить схематический план полевого опыта (см. пример в учебнике 1, с. 89). Показать все размеры: общего контура опыта, контура повторений, делянок. Указать номера делянок, вариантов.

Образец выполнения

Порядок выполнения работы следующий:

1. Сформулировать тему исследования, рабочую гипотезу, конкретные задачи полевого опыта и объекта исследования.

Влияние нормы высева на формирование агрофитоценоза и продуктивность канареечника тростникового *Phalaris arundinacea* L. (Rausch).

Гипотеза: при создании на водоразделах сеяных агрофитоценозов с участием канареечника тростникового в условиях богарного земледелия возможно создание высокопродуктивных сенокосов при норме высева семян 15 кг/га.

Задачи исследований: изучение биотических и абиотических условий, морфологических, эколого-биологических особенностей, специфика

формирования агрофитоценоза канареечника тростникового в зависимости от нормы высева, определение биологической продуктивности фитоценоза.

2. Разработать схему и элементы методики полевого опыта

Схема размещения вариантов опыта по изучению нормы высева культуры

Размер делянки 3*5 м ; учетная делянка 2*4 м; расстояние между делянками (дорожки)-50 см.

Опыт в двух временных повторениях(два года закладки)

В качестве контроля используется норма высева 10 кг/га и посев традиционно возделываемого в Иркутской области костреца безостого (*Bromopsis inermis, L.*)

1 повторность	*	10 кг/га	*	15 кг/га	*	20 кг/га	*	25 кг/га	*	кострец (контроль)
2 повторность		15 кг/га	*	20 кг/га		25 кг/га		кострец		10 кг/га
3 повторность	*									
		20 кг/га		25 кг/га		кострец		10 кг/га	*	15 кг/га
4 повторность	*									
		25 кг/га		кострец		10 кг/га		15 кг/га	*	20 кг/га
	*									

3. Описать опытный участок, учесть его особенности (склон, влияние различных второстепенных факторов).

Опытное участок представляет собой надпойменный участок с небольшим уклоном (1,5-3°) восточной экспозиции.

Почва опытного участка светло-серая лесная, суглинистая. Светло-серые лесные почвы характеризуются низким естественным плодородием. Они имеют кислую и слабокислую реакцию почвенного раствора, содержание гумуса 2%, сумма поглощенных оснований – 10-20 мг-экв/100 г почвы. Для них характерна низкая степень насыщенности основаниями – 80-85%, содержание подвижного фосфора – $P_2 O_5$ (26 мг), калия – $K_2 O$ (5 мг) на 100 г почвы.

Агропроизводственные свойства светло-серых лесных почв низкие. Мощность пахотного слоя 20-22 см. Почвы отзывчивы на внесение удобрений. К основным приемам поддержания плодородия следует отнести влаго-накопление, севообороты, сидерацию, правильную систему обработки почвы, известкование.

4.Предусмотреть применение сельскохозяйственной техники.

С/х техника используется для подготовки почвы и скашивания растений после учета урожая на учетной площади.

Полевой метод исследования культивируемых растительных сообществ(агрофитоценозов)

Классификация агрофитоценозов

В классификации агрофитоценозов учитываются состав и структурные особенности агрофитоценозов, экология, биологи и биоморфный состав видов культурных и сорных растений взаимосвязи растений друг с другом и со средой, значение в формировании полевой растительности антропогенного фактора. Последнее придает классификации некоторую специфику в сравнении с фитоценологической классификацией природной растительности. Выделяемая группа агроассоциаций, по существу является экологической группой ассоциаций, в которой при доминировании одной и той же культуры участие сопутствующих экобиоморф сорных видов индицирует особенности почвенных условий, свидетельствующих о необходимости определенного комплекса агротехнических мероприятий.

Пример:

Группа агроассоциаций ржи озимой с участием корневищных мезофильных сорных растений включает агроассоциации

Secale cereale + Elytrigia repens и *Secale cereale + Equisetum arvense*.

Группа агроассоциаций ржи озимой с участием корнеотпрысковых сорных растений включает агроассоциации

Secale cereale + Cirsium arvense и *Secale cereale + Convolvulus arvensis*.

Группа агроассоциаций ржи озимой с участием мезофильных дерновых сорных растений включает агроассоциации

Secale cereale — Apera spica-venti и *Secale cereale—Poa annua*.

Группа агроассоциаций ржи озимой с участием гидромезофильных сорных растений включает агроассоциации

Secale cereale + Juncus bulbosus и *Secale cereale + Ranunculus repens*.

При установлении групп агроформаций большое значение придается биоморфологическим особенностям культурных растений, учет которых необходим при создании сложных агрофитоценозов в пространстве и во времени.

Примеры:

Группа агроформаций крупнозлаковых культур объединяет формации ржи озимой (*Secaleta cerealis*), пшеницы мягкой (*Triticeta aestivi*), пшеницы твердой (*Triticeta duri*), сорго (*Sorgeta*) и др.

Группа агроформаций умеренно крупнозлаковых культур объединяет агроформаций ячменя (*Hordeta vulgaris*), проса (*Paniceta miliacei*), овса (*Avcneta sativae*) и др.

Группа агроформаций крупноразнотравных культур объединяет агроформации подсолнечника (*Helianthemeta maji*), конопли (*Cannabieta sativae*), хлопчатника (*Gossiapieta glabrae*) и др.

Группа агроформаций умеренно крупнотравных культур объединяет агроформаций гречихи посевной (*Fagopyreta esculenti*), льна-долгунца (*Lineta usitatissimi*) и др.

Группа агроформаций низкотравных культур объединяет формации сахарной свеклы (*Beta vulgaris*), капусты (*Brassica*) и др.

Установление классов агроформаций по биологическим признакам доминантов культурных растений удобно в том отношении, что эти единицы близки к производственным группам, определяющим направление сельскохозяйственного производства колхоза или совхоза. Это облегчает классификацию полевой растительности в пределах конкретной территории.

Полевая растительность рассматривается как особый тип травянистой, ежегодно возделываемой, в основе мезофильной растительности, обязанной своим становлением, существованием и развитием постоянной регулирующей деятельностью человека, с характерной только для нее особой

категорией почв, в разной мере окультуренных человеком, и имеющей ландшафтообразующее значение.

Для полевой растительности как элемента культурного ландшафта характерны особый ход обмена веществом и энергией, определенные географические закономерности изменения продуктивности. Полевая растительность оказывает существенное влияние на окружающие ландшафты.

Культивируемые на полях многолетние травы в силу особенностей их возделывания и укороченного периода существования относятся к промежуточным между типичной полевой растительностью и луговой. Биологически их сообщества представляют собой варианты кратковременных лугов.

Кроме отмеченных возможно различать следующие подразделения при классификации агрофитоценозов.

1. В пределах агроассоциаций — субассоциации в случаях, когда изменение какого-либо экологического фактора (увеличение освещенности или, например, азота в почве и др.) приводит к возрастанию жизненности растений (например, сорных видов), внешне резко отличающихся от таковых в других сообществах той же агроассоциации. Такие внешние различия в состоянии растений нередко наблюдаются в агрофитоценозах одной и той же агроассоциации также в связи с разными способами посева культур (рядовой, перекрестный, шахматно-гнездовой и др.) и разной численностью особей культивируемых растений на единицу площади.

В пределах формаций — субформации по господствующему сорту культурных растений.

В любом таксоне два варианта: а) гликофильный и б) галофильный. Преобладающее большинство культурных растений относится к гликофильным, однако ряд культур определенно тяготеет к галофильным растениям (например, солевыносливые сорта риса, люцерны, прутняк и др.).

Описанные классификационные схемы следует рассматривать как первые попытки систематизации агрофитоценозов в целях более глубокого их изучения, лучшего регулирования и изыскания для них оптимальных структур.

Методика описания агрофитоценозов

Исследования полевой растительности, как и естественной, может проводиться в трех основных направлениях: маршрутном, полустационарном и стационарном, с применением методик, принятых в геоботанических исследованиях (с некоторыми изменениями).

Детальным исследованиям агрофитоценоза предшествуют рекогносцировочные для получения общего представления о закономерностях развития культивируемой растительности и выявления типичных участков для последующего детального их изучения. Они производятся путем заложения сети ходов с расчетом охвата возможно большего разнообразия местообитаний с учетом всех местных условий. В результате составляется план дальнейшего исследования территории.

Детальные маршрутные исследования имеют целью получение детальных характеристик агрофитоценоза. Для этого используются различные геоботанические методики. Степень детальности зависит от задач исследования.

Полустационарные исследования проводятся на меньшей территории и преследуют цель всестороннего изучения растительности и крупномасштабного картирования агрофитоценозов.

Стационарные исследования (чаще многолетние) проводятся среди производственных посевов или на специально организованных территориях. В этих условиях изучают флористический состав, структуру агрофитоценозов, их динамику, биологию и экологию отдельных видов растений, их взаимодействия друг с другом и с окружающей средой. Именно в этих условиях возможен эксперимент.

Сорные растения следует рассматривать как компоненты агрофитоценоза и как индикаторы тех или иных почвенных и фитоценологических условий, а также как показатели наличия в сообществе свободных экологических ниш.

Общие закономерности размещения агрофитоценозов устанавливаются при рекогносцировке. Границы уточняют с помощью экологических рядов и трансектов. Описание производят по форме (ф № 2).

При определении **названия агрофитоценоза** учитывают не только культурное растение, но и наиболее характерные, индицирующие условия среды виды сорных растений.

Например: рожь + василек синий.

Почвенные условия характеризуют по разрезу, который выкапывается на пробной площади или делают прикопку (см. Приложение 1).

К числу важных характеристик агрофитоценоза относят **покрытие**, под которым понимается проекция растений на почву.

Различают:

а) **общее покрытие** – горизонтальную проекцию надземных частей растений на почву. Его, возможно, определить лишь до выхода растений первой величины в генеративную фазу. В таких случаях степень участия видов и биологических групп в травостое необходимо оценивать по биомассе или количеству побегов на единицу площади;

б) **истинное покрытие** – проекция оснований растений или дернин на почву. Для определения этого показателя можно применить две учетные вилки (25x25), изготовленные из негнущейся проволоки. В результате пересечения зубцов вилок образуются квадраты 5x5см, после чего можно легко перенести растения на план и определить занимаемую ими площадь. Кроме того, при этом можно не срезать растения. Иногда на площади 0,25м³ на высоте 3-4см срезают все растения. Иногда на площади 0,25см (размер ячеек 10x10см), затем растения расположенные под сеткой в масштабе переносят на миллиметровую бумагу;

в) **проективное обилие** – проекция наземных частей растений отдельных видов на почву;

г) **ярусное покрытие** – степень покрытия нижних ярусов верхними.

По А.И. Мальцеву в посевах культурных растений различают следующие три яруса:

1 или **верхний**, состоящий из растений, превышающих культуру;

2 или **средний** – сорняки, достигающие высоты культуры;

3 или **нижний** – сорняки, развивающиеся в самом низу, у поверхности почвы.

Важно при этом оценить жизненное состояние растений, достижение ими фитоценотического оптимума. Зарисовку наземной ярусности производят на миллиметровой бумаге, используя специальную раму (100x180см) с натянутой на нее сеткой из шнура с ячейками 10x10см. Со стороны зарисовки травостой приминают или скашивают. Зарисовку можно заменить фотографированием.

Оценка **обилия видов** производится по шкале Друде. Сопоставляя разные методы определения обилия, исследователь может объективно дать оценку степени участия каждого вида в растительном сообществе.

Таблица 11 - Шкалы обилия видов растений

Баллы	По Друде (1900)	По В.Н. Сукачеву(1957)	По Н.Ф. Комарову (1934)	
			Шт./ед. площади	балл
6	Socialis (Soc)	Растения сплошь покрывают пробную площадь, смыкаясь надземными частями	Более 100 на 1м ²	1
5	Copiosus (Cop ³)	Растения встречаются обильно, но смыкания нет	От 100 до 10 на 1м ²	2
4	Copiosus (Cop ²)	Растения встречаются обильно	Не более 10 на 1м ²	3
3	Copiosus (Cop ¹)	Растения встречаются	20-40 на	4

		довольно обильно	100м ²	
2	Sparsus (Sp)	Растения встречаются рассеянно в небольшом количестве	Не более 10 на 100м ²	5
1	Solitarius (Sol) Unicus (Un)	Растения встречаются единично Растение на пробной площади находится в единственном экземпляре	10-100 на 1га	6

Таблица 12 - Перечень всех видов

№	Название растений и их групп	Высота, см	Фенофаза	Обилие по Друде	Покрытие, %	Жизненность
---	------------------------------	------------	----------	-----------------	-------------	-------------

Плотность агрофитоценоза определяют путем подсчета всех стеблей на площадке 0,25м² (50x50) в пятикратной повторности (четыре по углам площадки, один в середине). Результаты записывают по форме:

Таблица 13 – Определение плотности агрофитоценоза

№	Название растений и их группы	Количество побегов на площадках					Среднее количество побегов	
		№1	№2	№3	№4	№5	на 1м ²	на 1га

Среди сорных растений по видам учитывают лишь наиболее многочисленные и распространенные, остальные нужно объединить в группы.

После учета плотности агрофитоценоза на тех же площадках учитывают надземную биомассу. Для этого на уровне поверхности почвы срезают весь травостой, разбирают его по видам или фракциям и взвешивают в сыром, а затем в высушенном виде. Результаты записывают по форме:

Таблица 14 – Учет надземной биомассы агрофитоценоза

№	Название растений и их группы	Сухая биомасса на площадках					Средняя биомасса	
		№1	№2	№3	№4	№5	на 1м ²	на 1га

Срезанные растения можно использовать для учета вертикального распределения надземной биомассы. Для этого срезанную массу растений разрезают через 20см, разбирают и взвешивают. Данные целесообразно представить графически. Отношение массы сорных растений к массе всех растений на учетной площадке даст процент засоренности.

Жизненность растений. Основными параметрами жизненности растений являются: длина побегов, размеры и количество соцветий, характер ветвления, размеры и количество листьев, количество и масса плодов (семян), масса всего растения, интенсивность окраски листьев и др. У культивируемых растений учитывается количество подгона, размеры соцветия и т.п.

Для сорных растений жизненность целесообразно обозначать при помощи символов, принятых в геоботанике:

- - растения только вегетируют; могут быть небольшие бутоны;

- (- растения начинают зацветать;
- о - растения в полном цвету;
- *- растения заканчивают цветение;
- + - растения отцвели, но семена не созрели, не осыпаются
- х - семена созрели и осыпаются;
- = - вегетация после рассеивания семян.

Образцы растений отбирают в количестве 25-100 особей, через 2-3м, проходя сообщество по диагонали. Растение берут из междурядий.

При оценке жизненности в культивируемой растительности удобнее пользоваться трехбалльной шкалой, согласно которой балл «3» означает, что растения проходят жизненный цикл нормально, урожай высокий; балл «2» - генеративное развитие растений подавлено; балл «1» - растения не только не плодоносят, но и вегетативные их побеги угнетены, растения не оправдывают затрат на их возделывание.

Встречаемость видов в сообществе определяют, пользуясь методом Раункиера. Для этого в пределах агрофитоценоза закладывают 25 площадок размером 50х50см. эти площадки закладывают по диагонали или вразброс. Запись ведут по форме:

Таблица 15 – Учет встречаемости видов агрофитоценоза

№	Название растений	Оценка обилия. № площадок										%	
		1	2	3	4	5	6	7	...	24	25		встречаемости

Отмечается **окружение агрофитоценоза** и переходы его в смежные сообщества.

Необходимо обязательно выяснить историю поля (возраст, севооборот, обработка почвы, виды и дозы удобрений, сроки и меры борьбы с сорняками, вредителями и т.д.).

Желательно сделать почвенный разрез и приложить его описание (см. форму на странице 34)

В приложении указывают, какие образцы были отобраны, их количество, виды количественных учетов.

Конкурентоспособность растений в агрофитоценозах

В растительных сообществах различные виды растений вступают между собой в сложные взаимоотношения.

В полевых фитоценозах доминируют внутривидовые отношения, хотя за этим утверждением кроется элемент условности, особенно если принять во внимание почву как биологическую среду, где обитают мириады простейших организмов, с которыми растения вступают в контакт или непосредственный (например, симбиоз), или через продукты их жизнедеятельности. И в тех и в других случаях в основе лежат материально-энергетический обмен, а, следовательно, взаимная связь и связь с окружающей средой. Не так уж редко встречаются и смешанные посевы, особенно с бобовыми компонентами.

Важнейшими компонентами агрофитоценоза являются сорные растения, которые являются спутниками агрорастительности. Сорняки, губящие подчас значительную долю урожая являются, однако, такими же закономерными участниками наших посевов, как многие другие так называемые спутники в естественных растительных сообществах.

Между культурным и сорным компонентом полевых сообществ, как и между составляющими их отдельными видами растений, формируются и устанавливаются определённые взаимоотношения – один из факторов, обуславливающих состояние и продуктивность полевых культур.

В целях борьбы с сорняками в практике сельскохозяйственного производства широко применяются гербициды, которые отрицательно влияют на состояние окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость поиска и разработки альтернативных направлений в системе борьбы с сорной растительностью.

Одним из таких альтернативных направлений в борьбе с сорной растительностью является приём, связанный с их подавлением другими видами растений при конструировании агрофитоценозов.

В основе высоких урожаев лежат, два основных момента:

- 1) большое количество растений на единице площади
- 2) хорошее развитие каждого растения

Существенно повысить урожайность и качество зерна можно с помощью простых агротехнических приёмов – оптимальных сроков сева и норм высева.

На загущённых посевах качество зерна так же снижается из-за недостатка питания растений, но увеличение площади питания их положительно сказывается на качестве продукта. Однако слишком изреженные посевы сильнее страдают от сорняков, вредителей, не всегда дают нормальный колос и зерно.

Оптимальные сроки посева и норма высева – важнейшие предпосылки получения качественных урожаев.

К показателям, позволяющим оценивать конкурентные отношения относятся конкурентоспособность растения или вида.

Конкурентная способность растения определяется способностью более полно, чем другие виды, использовать среду (перехватывать больше света, поглощать больше воды и элементов минерального питания и др.); способностью более эффективно использовать энергоресурсы (затрата соответствует на единицу продукции); устойчивостью к внешним условиям и неблагоприятным факторам.

Конкурентные преимущества вида проявляются лишь по отношению к определенным партнерам и лишь в определенных условиях среды. Чем ближе условия среды к экологическому оптимуму вида, тем больше он способен подавлять своих партнеров, то есть более конкурентоспособен.

При этом необходимо отметить, что конкурентоспособность в числе прочих составляющих обнаруживает конкурентную мощь, т.е. способность сдерживать и подавлять конкурентов перехватом ресурсов, и конкурентную толерантность, т.е. способность существовать в условиях конкуренции. Конкурентная толерантность как раз может выступать в роли

механизма, препятствующего снижению продуктивности слабых конкурентов в смеси с более сильными.

Успеху в конкурентной борьбе способствуют самые разнообразные свойства растений. Большое значение в борьбе за пространство имеет энергия роста и вегетативного разрастания, что связано с интенсивностью фотосинтеза и интенсивностью поглощения минеральных веществ из почвы. В ряде случаев, вероятно, имеют значение и аллелопатические взаимодействия, хотя они и не играют сколько-нибудь универсальной роли. Воздействие опада также может исключать или подавлять ряд потенциальных конкурентов.

При создании полевых фитоценозов необходимо учитывать влияния сорной растительности на рост, развитие и урожайность районированных и перспективных сортов пшеницы яровой, и влияние пшеницы на сорный компонент в создаваемых агрофитоценозах. Изучение этих вопросов является предпосылкой снижения применения гербицидов.

Умелая регуляция и оптимизация процессов, протекающих в агрофитоценозах, - необходимое условие получения высоких урожаев сельскохозяйственных культур и улучшение качества продуктов растениеводства (Уразаев, 1996).

Методика определения конкурентоспособности растений в полевых агрофитоценозах

При оценке конкурентоспособности и механизмов взаимоотношений необходимо учитывать возраст и фазу развития растений, их качественное состояние на каждом этапе онтогенеза (развитие особи).

Конкурентоспособность козлятника восточного, свербиги восточной, горца забайкальского по отношению к кострецу безостому и пшеницы к сорному компоненту определяется по следующим методикам:

1. Конкуренентоспособность общая:

$$K = U_{зсс}/U_{зсч};$$

Где: K – конкурентоспособность общая;

$U_{зсс}$ – урожай зерна и соломы в варианте с сорняками (или густота травостоя в смешанных посевах);

$U_{зсч}$ – урожай зерна и соломы на делянке чистой от сорняков (или густота травостоя в одновидовых посевах).

2. Конкуренентоспособность продуктивная:

$$K = U_{зс}/U_{зч};$$

Где: K – конкурентоспособность продуктивная;

$U_{зс}$ – урожай зерна в варианте с сорняками (или зеленая масса растений в смешанных посевах);

$U_{зч}$ – урожай зерна на делянке без сорняков (или зеленая масса растений в одновидовых посевах).

Продуктивная конкурентоспособность показывает, как урожайность культурного компонента изменяется при воздействии на него сорного компонента. При этом если урожайность одной культуры выше по сравнению с другой, при одинаково воздействии на них сорняков, то такая культура обладает большей продуктивной конкурентоспособностью.

3. Конкуренентоспособность сорняков по отношению к пшенице:

$$K = B_{сн}/B_{с};$$

Где: K – конкурентоспособность сорняков по отношению к пшенице;

$B_{сп}$ – сухая биомасса сорняков на делянке с пшеницей;

$B_{с}$ – сухая биомасса сорняков на делянке без пшеницы.

Основные принципы регуляции и оптимизации агробиогеоценозов.

Методика расчета биологической продуктивности АЭС

Для оценки сравнительной продуктивности растений проводится определение величины ассимиляционного аппарата. Площадь листьев и их влияние на интенсивность фотосинтеза обуславливает скорость формирования и величину урожая растений. Определение площади листьев проводится по методике, разработанной А.А. Ничипоровичем (1982).[6]

Чтобы определить **площадь листьев**, следует отобрать 5-10 растений с делянки. Растения взвешиваются, затем листья с растений обрываются и снова взвешиваются, одновременно на 50 из них сверлом определенного диаметра делаются высебки. Зная массу и площадь высебки, а также общую массу листьев, определяют общую площадь листьев (L , см²) по формуле:

$$L = \frac{P \times S_1 \times n}{P_1 \times m}$$

где: S_1 - площадь одной высебки, см²; n - число высебок, шт;

P - общая масса листьев, г;

P_1 - масса высебок, г;

m - число растений.

Для определения **фотосинтетического потенциала** следует использовать методику И.С. Шатилова (1967) и М.К. Каюмова (1989). Фотосинтетический потенциал рассчитывается по нарастанию площади листьев (L), по периодам их функционирования (T).

$$\Phi\Pi = \frac{(L_1 + L_2) \times T_1 + (L_2 + L_3) \times T_2}{2}$$

где: L_1 и L_2 - сумма площадей листьев по периодам, тыс. $m^2/га$;

T_1 и T_2 продолжительность «работы» листьев, дней.

Чистая продуктивность фотосинтеза (ЧПФ) выражается в г сухой биомассы, которую накапливает 1 m^2 посевов за сутки ($г/м^2/сутки$) и рассчитывается по формуле:

$$ЧПФ = \frac{У_{сух.вещ} - в_а}{ФП}$$

Урожайность определяется методом сплошного учета зеленой массы с 1 m^2 с последующим пересчетом на сухое вещество.

Чтобы определить **содержание влаги**, проводят отбор растительных образцов. Растительные образцы помещают в бюксы и ставят в сушильный шкаф. После высушивания определяется вес, испарившейся влаги и процентное её содержание в зеленой массе.

(Вес испарившейся влаги • 100 %) : вес зеленой массы в бюксе = (30 • 100) : 70 = 42,8 %.

Вес зеленой массы на 1 m^2 - 1100 г, содержание влаги - 42,8 %. Вес сухого вещества на 1 m^2 вычисляется:

Вес сухого вещества = (1100 ■ 42,8 %): 100 = 470,8 г.

Пример:

Таблица 17 – Методика определения площади листьев

Культура	Число растений	Масса листьев, г	Число высечек	Масса высечек, г	Площадь высечки	Площадь листьев 1 растения, $см^2$
Кукуруза	10	380	50	2,2	2	1727,3

**Биологический азот:
проблема, величина, условия накопления, экологическое значение
Теоретическое обоснование и методика определения**

Азот, как известно, - основной элемент питания растений, поэтому вполне закономерно, что азотные удобрения относятся к базисным компонентам химизации земледелия. Однако при несбалансированности элементов питания, нарушении водного режима, недостаточной освещенности и других неблагоприятных условиях высокие дозы азотных удобрений могут привести к снижению почвенного плодородия и загрязнению продуктов питания нитратами.

В формировании экологически адаптированных систем земледелия большое значение придается биологическому азоту, вовлекаемому в сферу вещественно - энергетических преобразований в агроценозах посредством использования продукционных возможностей бобовых культур (главным образом многолетних трав). При расширенном воспроизводстве плодородия почв вся технология возделывания бобовых культур и система удобрения должны способствовать максимальной симбиотической фиксации азота атмосферы и благодаря этому обеспечивать увеличение урожайности без применения азотных удобрений.

Несоизмеримо большее значение для поддержания азотного баланса в почвах, азотного питания культурных растений, улучшение экологической среды имеет симбиотическая фиксация азота при культуре бобовых растений.

Д.Н. Прянишников придавал большое значение «биологическому» азоту, в частности симбиотически связанному бобовыми растениями, считая его главным ключом к разрешению азотной проблемы для зерновых хлебов. Расчеты на то, что потребность культурных растений в азоте может быть когда-либо удовлетворительна только за счет «технического» азота, Д.Н. Прянишников считал «агрономической наивностью».

Азотфиксирующие микроорганизмы находятся в симбиозе (сожительстве) с высшим растением. В полевой культуре этим феноменом обладают культуры семейства бобовых.

Бобово - ризобиальный симбиоз - это, по существу, инфекция бобовых растений бактериями рода *Rhizobium*. Клубеньковые бактерии, живущие в почве, через корневые волоски проникают в клетки растущего корня и начинают размножаться. Клетки корня растения - хозяина также начинают интенсивно делиться, образуя опухоль, заполненную клубеньковыми бактериями - клубеньки.

От растения - хозяина бактерии получают все необходимые элементы питания и в первую очередь - углеводы, которые необходимы не только для роста и размножения бактерий, но и для фиксации ими азота атмосферы как источник энергии.

Хорошим индикатором активности симбиоза служит наличие в клубеньках леггемоглобина - красной окраски. Леггемоглобин является переносчиком кислорода при окислении углевода в процессе азотфиксации. Клубеньки, не содержащие красного пигмента, не усваивают азота воздуха.

Установлено, что на содержание леггемоглобина в клубеньках влияют все условия выращивания культуры: снижается влажность почвы - в результате сразу невосполнимо падает содержание леггемоглобина, хотя количество и масса клубеньков остаются пока без изменений; появилась почвенная корка или поле залило дождями, снизился доступ кислорода к корням - леггемоглобин немедленно и необратимо переходит в неактивный холеглобин; внесли азотные удобрения - тоже снижается количество леггемоглобина; упала температура ниже нормы или поднялась выше допустимого предела - и опять наблюдается потеря леггемоглобина; снизилась интенсивность фотосинтеза из-за поражения листьев болезнями, уменьшилось поступление углеводов к клубенькам - содержание леггемоглобина также падает.

Следовательно, наличие леггемоглобина в клубеньках - превосходный индикатор активности симбиоза. Оно «аккумулирует» все факторы среды, чутко реагирует на все изменения условий выращивания культуры. Чем выше масса клубеньков с леггемоглобином, тем больше азота воздуха усваивает растение. Чем больше растений с розовыми или красными клубеньками в посевах, тем активнее они фиксируют азот.

Однако количество фиксированного азота зависит не только от массы клубеньков с леггемоглобином, но и от продолжительности «работы» этой массы. Чем дольше клубеньки фиксируют азот, тем его больше будет усвоено. Для того чтобы объединить показатели массы и времени, П.П. Вавиловым и И.С. Посыпановым введено понятие «симбиотический потенциал», который выражается в килограммах клубеньковой ткани на 1 га, помноженной на продолжительность жизни её в днях (кг•дней/га). Общий симбиотический потенциал (ОСП) показывает всю массу клубеньков и продолжительность всего периода их жизни, а активный симбиотический потенциал (АСП) – только массу клубеньков с леггемоглобином и продолжительность их работы. При благоприятных условиях симбиоза последний показатель у зерновых бобовых культур достигает 20-50, у многолетних трав - 30-50 тыс. кг * дней/га.

Интенсивность азотфиксации, или количество азота воздуха, усвоенное 1 кг активных клубеньков в сутки, называют удельной активностью симбиоза. 1 кг клубеньков в сутки фиксирует обычно от 1 до 30-39 г азота воздуха, в зависимости от вида культуры и величины активного симбиотического аппарата. Если клубеньки фиксируют азот только в середине вегетации растений непродолжительное время, удельная активность симбиоза бывает максимальной. Она равна обычно 10 - 12 г/кг в сутки.

Количество азота, фиксированного культурой за вегетацию, равно произведению удельной активности симбиоза на АСП.

Таким образом, величина активного симбиотического потенциала и содержание леггемоглобина являются объективными показателями активности симбиоза в конкретных условиях. С их помощью можно в

полевых условиях достаточно точно (значительно точнее, чем с помощью других методов) определить количество азота, усвоенного бобовой культурой из воздуха.

Еще один показатель характеризует условия симбиотических отношений растения-хозяина с клубеньковыми бактериями, это процент растений с клубеньками, или нодуляция. Дело в том, что при неблагоприятных условиях не на всех растениях образуются клубеньки, иногда они появляются только на некоторых растениях. Чем лучше условия для симбиоза, тем больше растений образуют клубеньки и тем больше азота может быть усвоено из воздуха.

Для реализации потенциала биологического азота в практике земледелия необходима достоверная информация, позволяющая разработать систему оценочных показателей, основные из которых:

1. размеры азотфиксации бобовыми при различной их урожайности;
2. количество вовлекаемого атмосферного азота и поступление в почву органического вещества;
3. возможные урожайности зерновых за счет использования азота бобовых и потребность в минеральном азоте при возделывании культур по бобовым предшественникам.

Исходными данными для решения этих вопросов служит материалы агроэкологического мониторинга.

В севооборотах с бобовыми коэффициент азотфиксации определяют для оценки интенсивности азотфиксации различными группами бобовых в зависимости от изучаемых факторов, а главным образом для установления реального баланса азота почвы. С помощью коэффициента оценивают долю симбиотического азота, поступившего в почву с пожнивно - корневыми остатками бобовых (приходная статья), а также значение отчуждения бобовыми азота из почвы и удобрений (расходная статья). Для культуры бобовых вынос азота N_B определяют с поправкой на азотфиксацию (между тем этим требованиям часто пренебрегают) по формуле:

$$K = N_y(1-K_f),$$

где: N_y - общий азот в урожае (основная и побочная продукция), кг/га;

K_f - коэффициент азотфиксации.

Неблагоприятное влияние минеральных азотных удобрений на окружающую природную среду, на те или иные компоненты агроценозов может быть самое различное (загрязнение почв, поверхностных и грунтовых вод, усиление эвтрофирования водоемов, уплотнение почв; нарушение круговорота и баланса питательных веществ, ухудшение агрохимических свойств и плодородия почвы; ухудшение фитосанитарного состояния посевов и развитие болезней растений, снижение продуктивности сельскохозяйственных культур и качества получаемой продукции и т.д.). Все эти негативные последствия устраняются при применении биологического азота.

Методика определения симбиотрофного азота

Определение симбиотрофного азота проводится методом подсчета количества клубеньков на корневой системе бобовых культур на площадках 25 x 25 см на глубине 0-15, 15-30 и 30-50 см.

Пример расчета количества симбиотического азота при возделывании козлятника восточного.

Таблица 19 – Учет клубеньков на корневой системе козлятника восточного

Дата	Культура	Слой	Кол-во клубеньков, шт (25-25) 1/16 м ²	Кол-во клубеньков на 1 га
------	----------	------	--	------------------------------

		ПОЧВЫ	всего	В Т.Ч. розовых	всего	розовых
1	2	3	4	5	6	7
18 июня	Козлятник 2 года	0-50	164/2624	30/420	26240000	4800000
8 июля	-/-	-/-	710/11350	373/5968	13600000	59680000
22 июля	-/-	-/-	526/8416	470/7520	84160000	75200000

Таблица 20 – Количество симбиотического азота закрепляемого в почве при возделывании козлятника восточного

Масса 1 клубенька	Масса клубеньков		ОСП, тыс.кг/дн/ га (60 дней)	АСП, тыс.кг/дн/ га (30 дней)	УАС, г/кг сутки	Кол-во азота, кг/га (АСП)
	всего, кг	активных				
8	9	10	11	12	13	14
0,00121	31,7	5,8	1902	174	0,193	0,0335
	137,4	72,2	2748	1444	3,6	5,1
	101,8	90,9	1425	1272	6,5	8,2

Таким образом, с начала отрастания козлятника (5 мая) и вегетации (до 22 июля) козлятник усвоил 13,3 кг/га симбиотрофного азота.

Сбалансированность процессов минерализации и гумификации - интегральный показатель экологической устойчивости почвы

Разрушение и создание органического вещества составляют сущность почвообразования. Из этого общеизвестного положения вытекает принципиально важное следствие - соотношение между процессами минерализации и гумификации обуславливает экологическое равновесие в почве. Сбалансированность названных процессов отражает суть

экологической устойчивости почвенного блока, а, следовательно, и агроэкосистемы в целом. Определение количественных параметров, соответствующих состоянию экологического равновесия в почве, раскрытие его природы и разработка на этой основе методов целенаправленного воспроизводства почвенного плодородия - важная научно - практическая задача, требующая комплексных решений, в том числе с учетом и агроэкологических аспектов проблемы.

Достаточно значимым количественным показателем интенсивности процессов минерализации органического вещества почвы может служить отчуждение (вынос) азота с урожаем сельскохозяйственных культур. Процессы гумусообразования, наоборот, связаны непосредственно с накоплением азота в почве, поэтому величину аккумуляции его в приросте запасов гумуса можно принять за объективный показатель гумификации. Исходя из данных предпосылок, оценку сбалансированности процессов гумификации и минерализации в почвенном блоке агроэкосистемы реально проводить, основываясь на определении агроэкологического параметра - коэффициента биологической утилизации азота удобрений ($K_{\text{ут}}^{\text{N}}$). Названный показатель подсчитывают как сумму коэффициентов усвоения возделываемыми растениями элемента из удобрения ($K_{\text{усв}}^{\text{N}}$) и аккумуляции его в приросте гумуса за ротацию севооборота по отношению к количеству, определяемому перед закладкой опыта ($K_{\text{ак}}^{\text{N}}$). Отношение коэффициента усвоения азота удобрений к коэффициенту его аккумуляции ($K_{\text{усв}}^{\text{N}} / K_{\text{ак}}^{\text{N}}$) отражает степень сбалансированности в почве процессов минерализации и гумификации, а значит, и направленность процесса почвообразования за ротацию севооборота. Очевидно, что это отношение наряду с другими показателями может служить объективным экологическим критерием оценки устойчивости высокопродуктивной агроэкосистемы. Степень устойчивости почвенного блока агроэкосистемы определяют по формуле:

$$\text{Э}_{\text{уст}} = K_{\text{усв}}^{\text{N}} / K_{\text{ак}}^{\text{N}}, \text{ где}$$

$\mathcal{E}_{уст}$ - интегральный показатель экологической устойчивости почвенного блока агроэкосистемы;

$K_{усв}^N$ - коэффициент усвоения азота культурами за ротацию севооборота, %;

$K_{ак}^N$ - коэффициент аккумуляции азота в приросте гумуса за ротацию севооборота, %

Величина биологической утилизации азота удобрений напрямую связана с особенностями их влияния на эффективное и потенциальное плодородие почвы, а также на урожайность и вынос азота возделываемыми на полях севооборота культурами. Многолетними полевыми опытами установлено, что чем больше азота удобрений утилизируют растения за ротацию, тем меньше его аккумулируется в ноогумусе и тем выше доля коэффициента усвоения ($K_{усв}^N$) в коэффициенте биоутилизации ($K_{ут}^N$). Это особенно наглядно прослеживается, например, при заделке в почву зеленого удобрения, богатого легко минерализующимися веществами (белки, углеводы и т.д.). Обратная зависимость наблюдается при запашке в почву инертного органического вещества - соломы, азот которой в гумусовых веществах минерализуется медленно. Поэтому в коэффициенте биоутилизации азота соломы основная доля приходится на коэффициент его аккумуляции в приросте гумуса за ротацию севооборота.

Коэффициент биологической утилизации азота минеральных удобрений полностью определяется его выносом с урожаем возделываемых в севообороте культур. Систематическое внесение только технического азота ведет к ускорению антиэкологического процесса дегумификации почвы. Применение органических азотных удобрений в отличие от минеральных наряду с улучшением азотного питания культурных растений способствует активизации в почве процессов гумификации, что находит отражение в структуре коэффициента биоутилизации.

Результаты проведенных исследований показывают, что органическое удобрения, за исключением сидератов, значительно (на 25...65 %) превосходят минеральные по величине коэффициента биоутилизации азота, что объясняется их положительным влиянием на процесс новообразования гумуса. При совместном применении органических и минеральных удобрений (половинными нормами по NPK) $K_{ут}^N$ на 19...26 % ниже, чем при внесении только органических удобрений. Резко снижается коэффициент биоутилизации азота удобрений (органических - вдвое, минеральных - в 1,3 раза) и при увеличении насыщенности севооборота минеральными туками с 40 до 120 кг/га.

Как интегральный количественный показатель, характеризующий влияние внесенных удобрений на процессы минерализации и гумификации, $K_{ут}^N$ отражает изменение как эффективного, так и потенциального плодородия почвы. Чем выше биоутилизация на фоне оптимального сочетания процессов гумификации и минерализации, тем рациональнее применение азотсодержащих удобрений и меньше химическая нагрузка на окружающую среду.

Однако для объективной агроэкологической оценки эффективности применения азотсодержащих удобрений важно знать не только численное значение $K_{ут}$, но и соотношение между $K_{усв}^N$ и $K_{ак}^N$, что особенно существенно для установления изменений устойчивости почвы. Отношение $K_{усв} : K_{ак}$ в значительной степени отражает природу взаимосвязи между процессами минерализации и гумификации. Оптимизация этих диаметрально противоположных процессов - актуальная проблема формирования экологических систем земледелия, успешное решение которой позволяет контролировать и целенаправленно воздействовать на экологическое равновесие в почвенном балансе агроэкосистемы. Именно сбалансированность процессов минерализации и гумификации обуславливается, с одной стороны, уровнем продуктивности возделываемых культур, а с другой - масштабы воспроизводства почвенного плодородия. Разумеется, что количественный

контроль за этими постоянно протекающими в почве процессами достаточно значим в экологическом отношении.

Более низкое численное значение отношений $K_{\text{усв}}^N : K_{\text{ак}}^N$ характерно для инертного органического вещества, в частности соломы, азот которой слабо усваивается культурами и большей частью закрепляется в гумусе. Противоположная картина наблюдается при заделке в почву минеральных удобрений и сидератов, которые влияют, прежде всего, на процессы минерализации.

Варьирование численного значения рассматриваемого отношения в пределах 0,5.. 15 вполне приемлемо. Снижение его до значения $< 0,5$ соответствует существенному уменьшению продуцирующей способности растений. Повышение же его до значений > 15 нецелесообразно по экологическим причинам, поскольку в этом случае используемый показатель отражает значительное снижение воспроизводства гумуса, что в конечном итоге неминуемо ведет к опустыниванию агроэкосистемы.

Таким образом, показатель биологической утилизации азота удобрений может служить важным агроэкологическим критерием устойчивости почвенного блока, позволяющим судить и об устойчивости всей агроэкосистемы. Критерий $\mathcal{E}_{\text{уст}}$ дает возможность количественно оценить степень сбалансированности в почве диаметрально противоположных процессов - минерализации и гумификации, что исключительно важно для моделирования процесса оптимизации эффективного и потенциального плодородия. Определение оптимальных значений коэффициентов биоутилизации ($K_{\text{ут}}^N$) и устойчивости ($\mathcal{E}_{\text{уст}}$) вносимого азота удобрений за ротацию в севооборотах должно входить в программу агроэкологического мониторинга в длительных стационарных опытах - полигонах, заложенных в различных почвенно - климатических зонах. Следует отметить, что отношение $K_{\text{усв}}^N : K_{\text{ак}}^N$ за ротацию севооборота можно использовать в качестве критерия влияния на экологическую устойчивость почвы и агроэкосистемы не только удобрений, но и различных агротехнических приемов.

Методика определения экологической устойчивости почвенного блока

Экологическая устойчивость почвенного блока рассчитывается по формуле:

$$\mathcal{E}_{уст} = K_{усв}^N : K_{ак}^N, \text{ где}$$

$K_{усв}^N$ - коэффициент усвоения растениями из удобрения

$\mathcal{E}_{уст}$ - степень устойчивости почв блока АЭС.

$K_{ак}^N$ - коэффициент аккумуляции азота в приросте гумуса.

(для люцерны - 0,87; пшеницы - 7,1; свербиги - 0,59).

Примеры расчета показателей экологической устойчивости почвенного блока при практикуемых звеньях севооборота:

1. В звене севооборота: Пар - пшеница

Общий расход азота на создание 30 ц зерна с гектара - 108 кг ($3,6 \cdot 30$).

Общий расход гумуса-2,16 т/га $[(108 \cdot 100) : 5]$

Содержание азота в солоmistых остатках - 22,5 кг/га

$(4500 \cdot 0,5) : 100,$

где 4500 кг /га биологическая масса соломы,

0,5 % - содержание азота в соломе.

Таким образом, в звене пар - пшеница создается отрицательный баланс азота – 85,5 кг/га ($108 - 22,5$).

2. В звене севооборота: Люцерна - пшеница.

Приход органического вещества с корневыми и пожнивными остатками люцерны составляет 12 т/га

(3,5 т - пожнивные и 8,5 т - корневые остатки).

Содержание азота в растительных остатках люцерны составляет 2 %, следовательно приход азота в звене составит 122,2 кг/га (в т.ч. 48,3 кг с пожнивными и 73,9 с корневыми остатками).

Таким образом, в звене люцерна - пшеница создается положительный баланс азота - + 36,7 кг/га $[(122,2 + 22,5) - 108]$.

1. В звене севооборота: донник - пшеница.

Приход органического вещества с корневыми и пожнивными остатками люцерны составляет 11,1 т/га

(3,3 т- пожнивными и 7,8 т - корневые остатки).

Содержание азота в растительных остатках донника составляет 2,2 %, следовательно, приход азота в звене составит 93,1 кг/га

(в т.ч. 33,9 кг с пожнивными и 59,2 с корневыми остатками).

Таким образом, в звене донник - пшеница создается положительный баланс азота ач-7,6 кг/га $[(93,1 + 22,5) - 108]$.

Примечание:

При использовании донника в качестве сидеральной культуры в почву вносится дополнительно свежее органическое вещество при отавной форме сидерации в количестве 2 т/га и при самостоятельной сидерации 5,5 т/га.

Таблица 21 – Общее потребление и вынос азота различными растениями, кг/га

Культура	Общее потребление	Вынос N с отчуждаемой частью биомассы	Содержание N в корневых и пожнивных остатках
Горец	222,2	104,0	118,2
Свербига	374,21	139,7	234,7
Галега	319,5	136,1	183,4
Эспарцет	212,7	98,2	114,5
Донник	164,5	71,2	93,3
Люцерна	199,3	77,1	122,2
Клевер	238,8	87,1	151,7
Кострец	101,3	45,7	55,6
Пшеница	167,5	147,0	20,5

Устойчивость агроэкосистем при различных системах земледелия

Разнообразие форм техногенного и аграрного воздействий, увеличивающиеся масштабы и объемы антропогенной нагрузки, наличие многочисленных негативных изменений в почвах, свойства, режимы и функции которых стали отличаться от аналогичных показателей реликтовых или эталонных почв, послужили основанием говорить о патологии почвы. Не менее справедливым будет утверждение о патологическом состоянии большинства современных агроэкосистем, основные компоненты, которых подвержены той или иной форме антропогенного воздействия и находятся в конечных зонах устойчивости, граничащих с потерей этого качества. Подобное состояние агроэкосистемы напрямую связано со стратегическими и тактическими издержками, которые характерны для аграрной деятельности

человека и проявляются в характере землепользования и культивирования агроэкосистемы.

Ущерб плодородия почвы и окружающей среде, причиняемый несбалансированным применением избыточных доз пестицидов, удобрений и мелиорантов, использованием тяжелой техники в районах с повышенным увлажнением, нарушениями зональных технологий возделывания культур и мелиорации почв, характерен для нерационального или экстремального земледелия, в котором интенсивность упрощенно понимается как концентрация ресурсов в расчете на единицу площади без учета степени и качества их использования:

В действительности в интенсивном земледелии повышение урожайности культур обеспечивается благодаря эффективному использованию средств химизации, биологических способов защиты растений, мелиоративных приемов, внедрению прогрессивных технологий, учитывающих зональную почвенно - экологическую специфику, что, в конечном счете, способствует повышению плодородия почв и охране агроландшафтов от загрязнения и деградации. Однако экологическая ситуация остается достаточно напряженной, что дает повод усомниться в безопасности традиционных интенсивных систем земледелия и осознать необходимость разработки альтернативных производственных систем, из которых наиболее известна биологическая система земледелия.

На первых этапах развития такой системы земледелия приоритетным направлением было получение высококачественной растениеводческой продукции главным образом благодаря отказу от использования инсектицидов и применению биологических и агрономических способов защиты растений. В последние годы биологическую систему земледелия рассматривают в более широком плане - как составную часть концепции экологически чистой окружающей среды, расширяя тем самым круг ограничений на применение агрохимикатов, включая и синтетические удобрения. Введение элементов биологического земледелия, как правило, приводит к снижению

экономических показателей производства, росту энергозатрат на получение единицы продукции, увеличению объема работ и их усложнению по сравнению с традиционной системой.

Учитывая преимущества и недостатки этих двух противоположных концепций, многовариантность форм антропогенного давления на агроэкосистемы и стремление интенсифицировать все стадии производства сельскохозяйственной продукции, а также принимая во внимание значительное ухудшение качества окружающей среды, следует признать необходимой разработку новой адаптивной системы земледелия, эффективность которой соответствовала бы более широкому спектру критериев.

Следовательно, современное управление устойчивостью агроэкосистемы и использование для этого практических средств должны предусматривать достижение разумного компромисса между количеством продукции, её качеством, масштабами затрачиваемых природных и технических ресурсов и нарушениями в окружающей среде. Эти параметры в своей совокупности и характеризуют новый тип современного земледелия - адаптивный, под которым понимают экологическую дифференциацию агротехнологий, направленную на достижение высокой степени соответствия аграрных форм деятельности природным механизмам саморегуляции экосистем путем оптимизации или компенсации внешних и внутренних факторов и свойств, лимитирующих развитие продуцентов агроэкосистемы.

В отличие от альтернативного земледелия, которое предполагает приоритет какого-либо одного критерия, адаптивно-компромиссное направлено на достижение рациональной сбалансированности критериев и представляет собой промежуточную форму между биологическим и традиционным типами земледелия.

Методика расчета экологичности системы земледелия

В качестве критериев оценки влияния сельскохозяйственной деятельности на агроэкосистемы предложено использовать показатель экологичности земледелия ($K_{эз}$), для расчета которого служат следующие характеристики: урожай культур ($У$) и их количество (n), коэффициент гумификации растительных остатков ($K_Г$), масса вносимых органических удобрений ($M_О$) и коэффициент их гумификации ($K_О$), масса минерализации гумуса и количество пожнивных остатков ($M_{МП}$), масса потерь гумусовых веществ за счет эрозии ($M_{эВ}$), масса расхода гумуса на формирование урожая ($M_{ГУ}$), коэффициенты, выражающие повторяемость культуры за ротацию севооборота ($K_Р$) и долю данной культуры в севообороте ($K_Д$).

$$K_{эз} = \sum_{i=1}^n \frac{(УK_Г + M_ОK_О)K_ДK_Р}{M_{МП} + M_{эВ} + M_{ГУ}}$$

При использовании этих параметров в модели было показано, что в результате эрозии и насыщенности севооборотов техническими культурами происходит активный расход гумуса, а низкое значение $K_{эз}$ (0,3...0,4) свидетельствует о недостаточной экологичности используемых систем земледелия.

Пример расчета устойчивости агроэкосистем при различных системах земледелия (звеньях севооборота)

1. Звено: пар-пшеница (с внесением органических удобрений)

$$K_{эз} = \frac{(25 \times 0,2 + 20 \times 0,2) \times 1 \times 0,5}{4 + 5 + 2,3} = \frac{(5 + 4) \times 0,5}{11,3} = 0,39$$

То же самое без внесения органических удобрений

$$K_{эз} = \frac{2,5}{11,3} = 0,22$$

Оценка экологической устойчивости агроландшафтов

Современная хозяйственная деятельность человека сопровождается уничтожением естественной растительности и заменой ее на культивируемую, интенсивной обработкой почвы, применением различных агрохимикатов, мелиорации. В результате почвы, претерпевают негативные изменения, что сказывается в общем снижении плодородия и продуктивности сельскохозяйственных угодий.

Устойчивость агроландшафта – это способность почвы поддерживать заданные производительные и социальные функции, сохраняя биосферные (Кирюшин В.И., 1996).

Сельскохозяйственная организация территории должна осуществляться с учетом её ландшафтно-типологических и региональных различий. Одной из важнейших задач рациональной организации территории является формирование такого морфологического облика агроландшафта, который отличался бы не только высокой продуктивностью, но и экологическим разнообразием, эстетической привлекательностью и, кроме того, удовлетворял бы санитарно-гигиеническим требованиям.

Такая организация сельскохозяйственной территории может быть достигнута на основе глубокого изучения, анализа и учета ландшафтной неоднородности земельного фонда, разработки конкретных землеустроительных, лесовосстановительных, мелиоративных и других проектов, которые должны предусматривать оптимальное сочетание параметров хозяйственной нагрузки в конкретном ландшафте. Важнейшим нормативным критерием здесь является уровень допустимого однообразия

агроландшафтов: оптимальное сочетание технологических условий территории (размеры и конфигурация полей и т.д.) и биотических составляющих (участки лесов, полей, лугов, кустарников, болот и т.д.).

С экологической точки зрения современный ландшафт - это целостная система взаимосвязанных и взаимодействующих компонентов. Необходимой предпосылкой для грамотного управления процессами использования ландшафта является разработка теоретико-методологических основ решения конкретных практических задач. При этом к вопросам первоочередной важности относится оценка устойчивости современного ландшафта (в том числе и аграрного) и его оптимизации.

В соответствии с приводившейся ранее общей трактовкой понятия «устойчивость», по отношению к ландшафту её можно рассматривать как способность сохранять свои структуру и функции при внешних воздействиях.

Под оптимальным понимают ландшафт, структуры и функции которого максимально соответствуют возможностям и потребностям нормального сбалансированного развития отдельных его компонентов или определенным целям его использования. В соответствии с этим оптимизация ландшафта - это комплекс мероприятий по сохранению или модификации существующих и формированию новых связей между различными составляющими ландшафта в целях его рационального использования, сохранения полезных свойств (в том числе и природных ресурсов) и предупреждения их возможной утраты, установление максимального полного соответствия природного потенциала ландшафта социально-экономическим функциям, задаваемым ему человеком.

Агроландшафты являются целостными генетически однородными пространственно-временными единицами, несмотря на то, что определенная часть их естественного растительного покрова заменена агроценозами.

С позиций системного подхода, учитывающего особенности формирования и функционирования ландшафтов, представляются возможными следующие предпосылки оптимизации агроландшафтов.

Во-первых, формирование и поддержание на оптимальном уровне структуры и функционирования земельных угодий, обеспечивающих необходимое разнообразие и устойчивость агроландшафтов.

Во-вторых, экологическая оптимизация агроландшафтов должна обеспечивать восстановление и сохранение местного генетического фонда живой природы, а также восстановление и сохранение естественных ценозов.

В-третьих, восстановление и сохранение обводненности территории, которая должна соответствовать естественному фону данного ландшафтного образования.

В-четвертых, экологическая оптимизация агроландшафтов обеспечивается целенаправленным развитием сети охраняемых природных территорий различных рангов и статуса (от микрозаказников до заповедников).

Рассматривая вопросы устойчивости и оптимизации ландшафтов, очень важно располагать системой количественных оценок и характеристик изучаемых процессов. В этой связи заслуживает внимание возможность оценивать степень экологической устойчивости ландшафта с помощью коэффициента экологической стабилизации (КЭСЛ), интегрирующего качественные и количественные характеристики абиотических и биотических элементов ландшафта.

Методика определения коэффициентов экологической стабилизации

Степень экологической устойчивости ландшафта можно оценить при помощи расчетных коэффициентов экологической стабилизации, которые согласно И.Рыбарски и Э.Гайссе, интегрируют некоторые абиотические и биотические факторы.

Коэффициент, учитывающий влияние абиотических факторов основан на определении и сопоставлении площадей, занятых различными элементами ландшафта, с учетом их положительного или отрицательного влияния на окружающую среду:

$$K_{ЭСЛ_1} = \frac{\sum_{i=1}^n F_{ст}}{\sum_{i=1}^n F_{нст}}$$

где, $F_{ст}$ - площади, занятые стабильными элементами ландшафта - сельскохозяйственными культурами и растительными сообществами, оказывающими на него положительное влияние (леса, зеленые насаждения, естественные луга, заповедники, заказники и пахотные земли, занятые многолетними культурами: люцерной, клевером, травосмесями);

$F_{нст}$ - площади, занятые нестабильными элементами ландшафта (ежегодно обрабатываемые пашни, земли с неустойчивым травяным покровом, склонами, площадями под застройкой и дорогами, зарастающими или заиленными водоемами, местами добычи полезных ископаемых, другими участками, подвергшимися антропогенному опустошению).

Таблица – Шкала оценки ландшафта по абиотическим факторам

Значение КЭСЛ ₁	Характеристика ландшафта
<0,5	Нестабильность хорошо выражена
0,51... 1,00	Состояние нестабильное
1,01... 3,00	Состояние условно стабильное
4,51 и более	Стабильность хорошо выражена

Биотические элементы ландшафта оказывают неодинаковое влияние на его стабильность. Для оценки ландшафта необходимо учитывать не только их площадь, но и внутренние свойства, а также качественное состояние (влажность и профиль биотопа, структура биомассы, геологическое строение, местоположение и морфология поверхности):

$$КЭСЛ_2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \times K_{эз} \times Kr}{F_t}, \text{ где}$$

f_i - площадь биотического элемента;

$K_{эз}$ - коэффициент, характеризующий экологическое значение отдельных биотических элементов (например, площадь застройки - 0; пашня - 0,14; виноградники - 0,29; хвойные леса - 0,38; сады, лесные культуры, лесополосы - 0,43; огороды - 0,5; луга - 0,62, хвойно-широколиственные леса - 0,63; пастбища - 0,68; водоемы и водотоки - 0,79; лиственные леса - 1,0);

Kr - коэффициент геолого-морфологической устойчивости рельефа (1,0 - стабильный, 0,7 - нестабильный, например, рельеф песков, склонов, оползней);

F_t - площадь всей территории ландшафта.

Таблица – Шкала оценки ландшафта по биотическим факторам

Значение КЭСЛ ₂	Характеристика ландшафта
< 0,33	Нестабильный
0,34... 0,50	Мало стабильный
0,51... 0,66	Средне стабильный
Более 0,66	Стабильный

Расчеты по КЭСЛ₁ и КЭСЛ₂ дают основную информацию о степени экологической устойчивости исследуемого ландшафта, необходимую для выбора соответствующих мероприятий по его защите и реформированию.

Пример расчета коэффициентов экологической стабилизации на примере ОПХ «Иркутское»

Нестабильные элементы:

F_{нст}

Пашня- 500 га

Однолетние травы – 300

Склоны- 100

Застройки- 10

Заращение водоемов – 5

Эрозия-100

Добыча-100

итого 2115

Стабильные элементы

F_{ст}

Лес – 200га

Насаждения – 50

Луг - 400

Пастбища - 300

Заповедники – 20

Травы - 300

итого 1270

Всего 3395

Расчет коэффициента, учитывающего влияние абиотических факторов:

$$КЭСЛ_1 = \frac{\sum_{i=1}^n F_{ст}}{\sum_{i=1}^n F_{нст}} = \frac{1270}{2115} = 0,60$$

Расчет влияния биотических элементов ландшафта

$$KЭСЛ_2 = \frac{\sum_{i=1}^n f_i \times K_{эз} \times Kr}{Ft}$$

$$KЭСЛ_2 = [(10 - 0) + (2100 \cdot 0,14) + (100 \cdot 0,38) + (50 \cdot 0,43) + (30 \cdot 0,5) + (400 \cdot 0,7) + (50 \cdot 0,63) + (300 \cdot 0,68) + (5 \cdot 0,79) + (50 \cdot 1)] : 3395 - 863 : 3395 - 0,25.$$

$K_{эз}$ - 1.0 устойчивый рельеф

0,7 неустойчивый рельеф (склоны, эрозионные земли, разработки полезных ископаемых).

По результатам расчетов делаются выводы о необходимости трансформации земель с целью повышения устойчивости агроландшафта.