

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Комин Андрей Эдуардович
Должность: ректор
Дата подписания: 13.02.2019 10:18:42
Уникальный программный ключ:
f6c6d686f0c899fdf76a1ed8b448452ab8cac6fb1af6547bbd40cdf1bd60ae2

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «Приморская государственная
сельскохозяйственная академия»**

Кафедра земледелия и растениеводства

Практика

**по получению первичных профессиональных умений и навыков,
в т.ч. первичных умений и навыков научно- исследовательской
деятельности
(основы научных исследований в агрономии)**

**МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ
для направления подготовки 35.03.04 Агрономия**

Уссурийск, 2015

УДК 631.5: 001

Составитель:

Негода Л.А. доцент кафедры земледелия и растениеводства
Приморской ГСХА

Методические указания к учебной практике по основам научных исследований в агрономии для направления подготовки 35.03.04 Агрономия 2-е изд-е перераб. и доп./ Приморская государственная сельскохозяйственная академия; Л.А. Негода. – Уссурийск, 2015. – 40 с.

В методических указаниях приводится перечень вопросов, охватывающих весь курс дисциплины «Основы научных исследований в агрономии».

Рецензент: Берсенева С.А., к.б.н., доцент кафедры Агрохимии, агроэкологии и охраны труда.

Издается по решению методического совета ФГБОУ ВО ПГСХА

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время стремительно меняются и совершенствуются технологии возделывания сельскохозяйственных культур. В процесс производства растениеводческой продукции вовлекается всё больше различных минеральных удобрений, биологических препаратов, пестицидов. Началось техническое перевооружение отрасли. Все большее применение находят энергонасыщенные тракторы широкозахватные почвообрабатывающие и посевные комплексы.

Внедрение новых технологий или отдельных их элементов на больших площадях без предварительных исследований чревато негативными последствиями и может обернуться непредвиденными расходами денежных и материальных средств, нанесение невосполнимого вреда окружающей среде. Освоение новых технологий должно начинаться с изучения их в условиях полевого опыта, поставленного на небольшой площади с соблюдением методических требований. В связи с этим, возрастают требования к технологам растениеводческой отрасли с точки зрения их умения проводить, полевой эксперимент.

Приобретение навыков и умений, необходимых при закладке и проведении полевых опытов, осуществляется во время прохождения учебной практики по основам научных исследований в агрономии.

Программа учебной практики составлена в соответствии с квалификационной характеристикой специалиста, Госстандартом ВПО

и основной образовательной программой по направлениям бакалавриата.

Цель практики – овладеть основными навыками и умениями закладки и проведения полевых и вегетационных экспериментов. В задачу практики входит:

– ознакомить студентов с назначением рекогносцировочных (разведывательных) посевов и методикой их проведения;

– научить студентов планировать основные элементы методики полевого опыта (схему опыта, повторность, размер и форму опытной делянки, способ размещения вариантов и повторений) по результатам рекогносцировочных посевов;

– научить студентов разбивать участок под полевой опыт с использованием сложных и простейших измерительных приборов и приспособлений;

– освоение студентами методики выполнения основных учётов наблюдений на конкретных объектах (в соответствии с тематикой дипломных работ студентов);

– научить студентов оформлять полевой опыт и проводить работы на опытном участке (на своих полевых опытах).

Задание 1

Тема: Выбор и подготовка земельной площади для опыта

Цель занятия: Научить студентов рассчитывать необходимую площадь участка для проведения опыта; ознакомить с методикой его изучения с целью определения соответствия требованиям к опытному участку; методикой проведения уравнительных посевов.

План занятия:

1. Расчёт земельной площади для опыта – 1 час.
2. Почвенно-биологическое обследование участка – 1 час.
3. Подготовка земельного участка для опыта – 4 часа.

Место проведения занятия – опытное поле ПГСХА.

Приборы и материалы: весы для взвешивания массы до 20 кг; серпы; коса; шпагат; колышки деревянные 3х4х40 см; молотки (2 шт.); мерная лента (20 м); посев вико-овсяной смеси или другой культуры (500-1000 м²).

Ход занятия:

Выбор и подготовка земельной площади для опыта. Перед выбором участка земельной площади для опыта рассчитывают какая требуется площадь. В соответствии с задачами и видом опыта определяют число вариантов, размер и форму опытных делянок, повторность. Например, в опыте 6 вариантов, 4 повторения, площадь опытной делянки 100 м² (4х25). Общее число делянок в опыте составляет $6 \times 4 = 24$, а площадь опыта $100 \times 24 = 2400$ м². С учётом защиток дорог эту площадь удваивают и выбирают соответствующий участок.

При выборе участка проводят почвенно-биологическое обследование, изучают историю поля, его растительный покров, рельеф; микрорельеф. В соответствии с опытной культурой подбирают пригодные для неё и типичные для местности условия: почвы, подпочвы, уровень грунтовых вод. На выбранной площади, в случае необходимости, проводят уравнивательные и рекогносцированные посевы.

Почвенно-биологическое обследование земельной площади под опыт. При выборе участка под опыт исходят из программы исследований, комплекса природных условий и биологических требований растения. Рельеф, крутизна склона, его экспозиция, почва, подпочва и уровень грунтовых вод должны быть идентичны тем условиям, в которых выращивают опытную культуру в конкретном хозяйстве.

Особое внимание при выборе площади для опыта уделяют однородности почвы, склона. Рельеф опытного участка должен быть выровненным, а крутизна склонов и их экспозиция – типичными для данной зоны. Склоны должны быть равномерными и однородными, на участке не должно быть «блюдеч» и впадин. Перед закладкой стационарных опытов осуществляют детальное обследование участка для того, чтобы дать всестороннюю характеристику почвы, подпочвы, грунтовых вод и др. Для изучения профиля почвы делают почвенные разрезы на глубину 1,5-2,0 м по диагонали поля, крайние – за пределами опытного участка, а средний – на местах будущих дорог или защитных полос. Между почвенными разрезами делают ещё прикопки на глубину 40-60 см и составляют почвенную карту масштабом 1:5000. Из каждого разреза и прикопки отбирают образцы почвы для физического и химического анализов.

Детальное обследование почвы необходимо для того, чтобы выделить повторения будущего опыта и правильно выбрать соответствующий метод размещения вариантов.

История поля. Определяют, где и какие культуры выращивались в предшествующие годы. Желательно знать историю поля за 2-3 года до закладки опыта, а еще лучше – за всю ротацию севооборота. Особенно важно выявить факторы, сильно влияющие на плодородие почвы: известкование в высоких дозах; внесение фосфоритной муки других минеральных и органических удобрений в больших дозах; длительное выращивание многолетних трав. Последствие перечисленных факторов продолжается 2-3 года, а известкование – 10 лет. При изучении участка обращают внимание на засоренность участка многолетними сорняками, особенно корнеотпрысковыми корневищными. При сильной засоренности без предварительного уничтожения сорняков закладывать опыт на таком участке нельзя.

Из книги истории полей узнают, когда и в каких дозах вносить удобрения, в частности органические. Дозы удобрений, их формы, глубина заделки, сроки и способы внесения в предшествующие годы должны быть одинаковыми на всем участке будущего опыта. Одинаковой должна быть и обработка почвы. Места, где раньше находились какие-либо строения, летние стоянки скота, стога соломы, бурты навоза, грунтовые дороги длительного пользования, глубокие канавы и ямы, исключают из площади будущего опыта.

Растительный покров. Важным показателем плодородия почвы на участке и его выравненности является растительный покров. Высокая урожайность культур в предшествующие годы свидетельствует о плодородии почвы, её окультуренности и пригодности для опыта. При изучении растительного покрова особое внимание об-

рашают на наличие растений-индикаторов. Хвощ полевой, щавель свидетельствуют о повышенной кислотности почвы, произрастание белоуса и лишайников говорит об обеднении почвы питательными веществами, наличие мучки, камыша указывает на заболоченность местности.

Рельеф и микрорельеф. Рельеф участка должен быть типичным для района, где будут использоваться результаты опыта. Соответствующей должна быть и экспозиция склона. На опытном участке не должно быть бугорков, канавок, «блюдец».

Расстояние опытного участка от элементов местности. Участок для опыта выбирают на расстоянии не менее 50-70 метров от леса, а от лесополосы – не ближе 1,5-2-х кратной её высоты. От сплошных изгородей расстояние должно быть не менее 15-20 метров такое же расстояние должно быть и от грунтовой дороги. Это делается для того, чтобы исключить влияние побочных факторов на опытные растения. Опыт закладывается в местах, где исключена погрешность домашними животными, нанесением вреда местным населением (протаптывание дорожек и т.п.).

Подготовка земельного участка для опыта. На любом участке поля всегда наблюдается невыровненность почвенного плодородия. Поэтому первоочередная задача при подготовке земельной площади под опыт – выравнивание плодородия опытного участка.

Для выравнивания плодородия и окультуренности почвы используют уравнительный посев, т.е. посев одной культуры, одного сорта, выровненными семенами при одинаковой агротехнике на все площади будущего опыта. Уравнительные посевы проводят 2-3 го-

да, посевная культура каждый год меняется в соответствии с чередованием в севообороте.

Для уравнительного посева используют культуры, высеваемые сплошным способом – овёс, вико-овсяную смесь, ячмень. Каждый год их меняют. Урожай целесообразнее убирать не зелёную массу. В этом случае посевы лучше очищаются от сорной растительности, кроме того зерновые на зелёную массу – хороший предшественник для опытной культуры.

Плодородие почвы можно выравнивать равномерным внесением тех питательных элементов, которые находятся в почве в минимуме для опытной культуры. Варьирование плодородия почвы можно снизить, если все элементы агротехники уравнительных посевов проводить одинаково на всей площади будущего опыта. Особое внимание обращают на одинаковое выполнение мер борьбы с вредителями, болезнями и сорными растениями на всей площади уравнительного посева. После последнего посева в некоторых случаях целесообразно глазомерно оценить варьирование плодородия почвы и выделить будущие повторения опытов, т.е. обойтись без рекогносцировочного посева. Глазомерное выделение повторений целесообразно в производственных условиях.

Рекогносцировочные посевы. Рекогносцировочные (разведывательные) посевы используют для детального выявления варьирования плодородия почвы на всей площади будущего опыта. Для этого перед закладкой опыта высевают одну культуру семенами одного сорта, репродукции и класса в условиях одинаковой агротехники. Цель этого посева – выявление варьирования плодородия

почвы при помощи дробного учёта урожайности на отдельных делянках. Как правило, рекогносцировочные посевы применяются в научных учреждениях и вузах перед закладкой стационарных опытов. Для рекогносцировочного посева весьма важны выбор растений, уход, подготовка к уборке и уборка урожая, составление плана рекогносцировочного посева.

Подбор растений. Чаще всего используют яровые культуры сплошного посева – ячмень, овёс, вико-овсяную смесь. Пропашные культуры, в частности картофель или корнеплоды, используют редко. Они менее пригодны для рекогносцировочных посевов, так как их урожайность может колебаться не только под влиянием плодородия, но в результате повреждения корней при междурядных обработках.

Культура должна быть хорошим предшественником для большинства культур севооборота, например вико-овсяная смесь на зелёный корм. Перед проведением рекогносцировочного посева на всей его площади в предыдущие годы должны быть одинаковый предшественник и равномерный агрофон.

Проведение агротехнических работ. Каждую технологическую операцию проводят за один день, ещё лучше – за несколько часов, и с одинаково высоким качеством. Основную, предпосевную и послеваходовую обработки, уход за растениями проводят на всей площади одинаково. Внесение пестицидов на всей площади осуществляют одними и теми же препаратами в одинаковых дозах с применением одинаковой техники. Всё делается для того, чтобы

факторы, которые не будут изучаться в опыте, не влияли отрицательно на урожайность рекогносцировочного посева.

Подготовка к уборке урожая и его учёт. На посеве вико-овсяной смеси выделить участок площадью 250 м^2 (50x5). Границы участка зафиксировать кольшками 3x4x40 см для выделения границ участка воспользоваться мерной лентой, буссолью (теодолитом), мерным шнуром. Для удобства разбивки участка, его длинную сторону провешивают вдоль дороги, отступая от неё 5 метров. Забив первый кольшек, параллельно дороге отмеряют прямую линию длиной 50 метров, одновременно расставляя кольшки через каждые 5 метров. После этого на концах линии перпендикулярно к ней, отмеряют короткие стороны участка длиной по 5 метров каждая, одновременно проставляя кольшки через 1 метр. Затем между крайними кольшками коротких сторон промеряют вторую длинную сторону участка, также расставляя кольшки через 5 метров.

При разбивке участка одновременно могут работать 5 человек. Чтобы все студенты группы поучаствовали в разбивке, группу делят на звенья по 5 человек в звене. После разбивки участка с помощью кольшков, между противоположными кольшками натягивают шпагат для выделения границ деляночек внутри участка. Затем присваивают номер каждой деляночке и распределяют их между звеньями.

Серпами или косой срезают все растения с площади деляночки, строго соблюдая её границы, срезанную массу связывают в сноп и сразу взвешивают, записывая вес против номера соответствующей делянки. После взвешивания снопа, из него отбирают по два не-

больших снопика (1,5-2 кг) взвешивают, записывают их массу, привязывают к ним этикетки, на которых записывают номер делянки, массу снопа и дату отбора. Снопики отбирают для определения влажности массы во время уборки, предварительно высушив их под навесом до воздушно-сухого состояния.

После скашивания последней деляночки на участке звеньевые представляют данные взвешиваний, на основе которых составляется общая таблица результатов учёта. Всю эту работу нужно завершить не более, чем за 3 часа.

Составление плана рекогносцировочного посева. После уборки и взвешивания зелёной массы вико-овсяной смеси студенты в своих рабочих тетрадях по учебной практике составляют план рекогносцировочного посева. В определённом масштабе (1:25) каждый студент вычерчивает план участка, на котором проводился учёт урожая. На каждой деляночке соответствующей штриховкой наносится величина урожайности (в ц/га). По каждому ряду деляночек строятся вариационные ряды и изображаются графически. После чего делается вывод о характере изменчивости плодородия почвы на участке.

Задание2

Тема: Планирование основных элементов методики полевого опыта с учётом характера варьирования плодородия почвы на участке.

Цель занятия: Научить студентов планировать схемы и основные элементы методики полевых опытов.

План занятия:

1. Планирование схем полевых опытов с количественными и качественными факторами – 2 час.
2. Планирование повторности опыта – 0,5 час.
3. Определение размера и формы делянки – 1 час.
4. Выбор способа размещения вариантов и повторений – 2,5 часа.

Место проведения занятия – опытное поле ПГСХА.

Ход занятия:

Занятие проводится в учебном классе опытного поля. В начале занятия необходимо вспомнить основные понятия, относящиеся к теме занятия, в частности, что такое вариант опыта и какие варианты бывают; схема опыта; рабочая гипотеза.

Планирование схем полевых опытов с количественными и качественными факторами. После ответов студентов на поставленные вопросы, излагается порядок разработки схем полевых опытов. Обращается внимание на то, что перед составлением схем опытов выдвигают рабочие гипотезы. Как правило, они основываются на результатах предыдущих экспериментов, реже на интуиции исследователя. Их формируют следующим образом: возможно, дозы применяемых в хозяйстве удобрений для данной культуры слишком высоки или очень низки; может быть, дозы фунгицидов или инсектицидов, применяемые в конкретном хозяйстве, чрезмерно высоки или занижены; возможно, нормы посева семян завышены или занижены и т.п.

После выдвижения рабочих гипотез в опыте устанавливается оптимальное количество изучаемого фактора путём увеличения и

уменьшения дозы фактора по сравнению с теми, которые использовались в хозяйстве. Часто возникает необходимость сравнения в опыте различных сортов, культур, способов обработки почвы, био-препаратов и т.п. То есть, в полевых опытах изучают количественные или качественные факторы.

Дозы одного фактора в порядке их возрастания или убывания, а также перечень различных факторов, изучаемых в опыте, представляют собой схему опыта. В каждой схеме есть контрольный вариант (стандарт) с которым сравниваются остальные варианты.

Среди планируемых вариантов должны быть последовательно возрастающие дозы и нормы факторов, при которых урожай сначала увеличивается, достигает наибольшей величины, после чего уменьшается. При правильном выборе вариантов урожай (Y) должен изображаться линией, которую называют *кривой отклика* (рисунок 1).

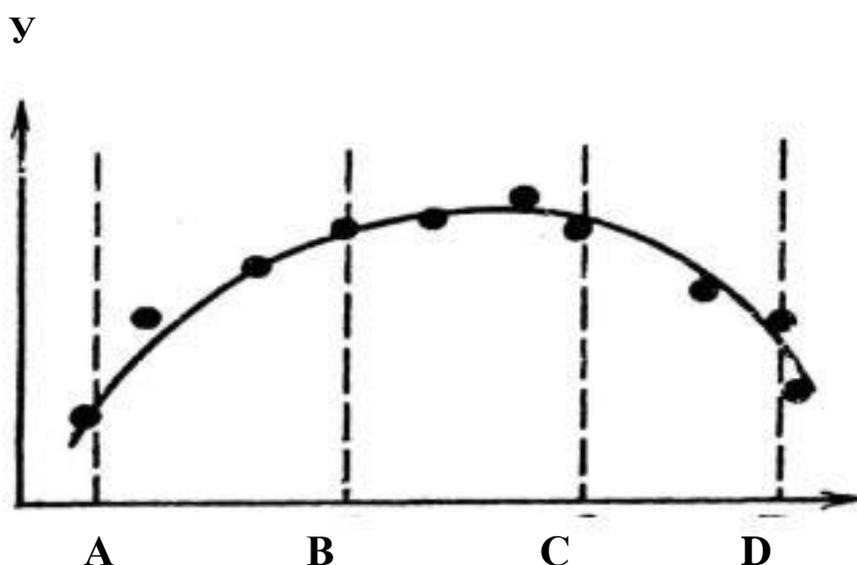


Рисунок 1 – Типичная форма кривой однофакторной зависимости (кривая отклика), АВ – лимитирующая область; ВС – стационарная область; CD – ингибирующая область.

Правильно составленная схема опыта должна удовлетворять определённым требованиям. Во-первых, в ней должны быть градации (нормы или дозы) фактора, соответствующие всем трём областям кривой отклика (лимитирующей, стационарной и ингибирующей). Это даст возможность выявить как лучшие дозы изучаемых факторов, так и те, при которых эффект лишь начинает проявляться или подавляется. Второй важный момент – выбор шага эксперимента, шага варьирования фактора. Как правило, выбирают шаг эксперимента, при котором разница в урожаях между соседними градациями превышает ошибку опыта.

После изложения под запись приведенных теоретических положений о правилах разработки схем однофакторных опытов, студентам предлагается самостоятельно разработать по 2-3 схемы опытов с количественными и качественными факторами. Студенты, приступившие к выполнению дипломной работы, представляют схемы своих опытов для обсуждения.

Планирование повторности опыта. Для того, чтобы опыты были методически достоверными и точными их повторяют в пространстве и во времени. *Повторность в пространстве* – это число делянок с одинаковыми вариантами в опыте. *Повторность во времени* – это число краткосрочных опытов в искусственных условиях в течение года или нескольких лет в полевых условиях.

Увеличение повторности в пространстве (на территории) ведёт к снижению относительной ошибки опыта ($S_x \%$) и, следовательно, к повышению его точности (таблица 1).

Таблица 1 – Зависимость ошибки опыта (S_x %) от повторности и варьирования плодородия почвы

Коэффициент вариации плодородия (V , %)	S_x % при числе повторений				
	2	4	6	8	10
6,44	4,45	3,35	2,54	2,22	2,03
7,82	5,67	4,00	3,22	2,82	2,66
8,55	6,30	4,60	3,83	3,44	2,95
15,10	11,00	7,38	6,69	5,39	5,14
26,50	22,90	14,80	11,90	10,30	9,05

С уменьшением варьирования плодородия почвы относительные ошибки опыта снижаются, и повышается точность опыта, причем увеличение повторности повышает точность опыта при любом варьировании плодородия почвы.

Повторность зависит также от соотношения длины и ширины делянки. Длинные делянки обеспечивают более высокую точность опыта, повторность при этом может быть меньше, чем при опыте с короткими делянками. С увеличением площади опытной делянки с 50 м^2 до 250 м^2 точность опыта повышается, следовательно, при площади делянок менее 50 м^2 повторность опыта должна быть больше, чем на более крупных делянках.

Повторность опыта устанавливают по результатам дробного учёта урожая рекогносцировочного посева. С этой целью вычисляют коэффициент вариации урожая (V , %) и рассчитывают оптимальную повторность по формуле:

$$n = (V / S_x\%),$$

где V – коэффициент вариации урожая культуры рекогносцировочного посева,

S_x % – относительная ошибка опыта, выше которой проведение опыта нежелательно (не более 5%).

Определение формы и размера делянки. Опытные делянки должны быть прямоугольными. Соотношение сторон делянок может быть различным. Делянки условно считают короткими, если их длина в 2-10 раз больше ширины, и длинными, когда длина делянки превышает её ширину более чем в 10 раз. Как уже отмечалось, длинные делянки обеспечивают более высокую точность опыта. Об эффективности удлиненных делянок можно судить по данным, приведенным в таблице 2.

Таблица 2 – Повышение точности опыта в зависимости от формы опытной делянки (Ф.А. Юдин, 1971)

Короткие делянки		Удлиненные делянки	
соотношение сторон, м	S_1^*	соотношение сторон, м	S_2^*
37,0 × 11,0	3,27	184,0 × 2,2	2,26
12,7 × 8,6	5,49	51,0 × 2,1	2,68
6,7 × 6,7	7,84	26,7 × 1,7	5,48

* S_1, S_2 – стандартные отклонения, с уменьшением которых точность опыта возрастает.

Удлиненные делянки эффективны лишь тогда, когда они ориентированы длинной стороной вдоль основного изменения (варьирования) плодородия почвы, чаще всего вдоль склона. При этом

длина делянок должна быть равна длине склона, чтобы охватить всю пестроту плодородия.

Квадратные делянки применяют в опытах, где изучают защиту растений от вредителей, болезней, сорняков с опрыскиванием растений растворами пестицидов. На узких делянках ветер может сносить растворы пестицидов на соседние варианты. Из центра квадратной делянки меньше переселяется вредителей и переносится болезней, чем делянок удлиненной формы. Квадратная форма делянок будет более эффективной там, где соседние варианты сильно влияют друг на друга или когда опыт размещается методом латинского квадрата.

Оптимальное соотношение длины и ширины делянки зависит и от размера самой делянки: для делянок площадью 20-200 м² лучшим соотношением является 5-10, а для делянок большего размера – 10-20.

Ориентацию делянок длинной стороной проводят с учётом направления, в котором изменяется плодородие почвы и урожайность опытной культуры. Таким направлением является, прежде всего, склон, поэтому опытные делянки размещают длинной стороной вдоль склона от начала до конца. Правильная ориентация опытных делянок на местности способствует уменьшению величины ошибки, повышению достоверности и точности опытов.

Необходимо обращать внимание и на форму отдельных повторений и всего опыта. Повторения должны быть квадратными или близкими к квадрату, иметь одинаковые размеры и соотношения

сторон. Это возможно, если соотношение длины делянок к их ширине равно числу вариантов опыта.

Опытная делянка состоит из учётной и защитной частей. Размер опытных делянок обычно указывают по их учётной части, т.е. без защитных полос. Площадь делянок зависит от вида опыта: в микрополевых опытах – менее 1 м^2 , в мелкоделяночных – $1-10 \text{ м}^2$, в лабораторно-полевых – $10-50 \text{ м}^2$, в полевых – $50-200 \text{ м}^2$.

Если в полевом опыте изучают, например, вопросы обработки почвы с использованием широкозахватных почвообрабатывающих машин, то размер опытной делянки может составлять до 1-3 га при 4-5-кратной поверхности. Площадь опытных делянок должна позволить осуществить полную механизацию всех производственных процессов. Для этого ширина учётной части опытной делянки должна равняться ширине захвата сеялки, комбайна или почвообрабатывающего агрегата. Длина опытных делянок может быть равна длине гонов, агрегаты должны разворачиваться за пределами делянок. Общая площадь таких опытных делянок может достигать 3 гектара. Однако, не следует увлекаться большими делянками, так как это приводит к снижению точности опытов.

Размер опытных делянок определяется и культурой, изучаемой в опыте. Чем больше растений произрастает на единице площади, тем меньше размер опытной делянки и наоборот. Например, для зерновых колосовых культур, крупяных, зернобобовых, многолетних и однолетних трав используют делянки площадью $20-30 \text{ м}^2$, а в опытах с подсолнечником, кукурузой, картофелем и другими пропашными площадь делянки $75-150 \text{ м}^2$.

Площадь опытных делянок тесно связана с числом повторности: чем больше повторность в опыте, тем меньше размер опытных делянок, при уменьшении повторности площадь делянок увеличивают.

Число вариантов также влияет на размер опытных делянок. При большом числе вариантов увеличивается общая площадь опыта, а с ней и варьирование плодородия почвы, что снижает точность опыта. В таком случае целесообразно уменьшить размер делянок, но увеличить повторность, что приведет к уменьшению общей площади под опытом, уменьшению территориального варьирования плодородия почвы и повышению точности.

Форма делянок влияет на общую их площадь. При удлинённых делянках с соотношением сторон 2 x 50 м (площадь 100 м^2 и при ширине защитных полос 1 м защиты займут 108 м^2 ($50+50+4+4$), а общая площадь делянки составит 208 м^2 . При квадратной форме делянки (10 x 10 м) на защитные полосы приходится 44 м^2 ($20+24$), а общая площадь делянки составит 144 м^2 , т.е. на 64 м^2 меньше, чем в первом варианте.

Ширина защитных полос. Для предотвращения влияния растений соседних делянок, т.е. одних вариантов на другие, между делянками предусматривают защитные полосы, или ряды, - продольные и поперечные. Их ширина зависит от степени влияния того или иного агроприёма или сорта, поэтому в разных опытах защитные полосы (защитки) имеют различную ширину. Чем сильнее влияние агроприёмов или сортов, тем шире защитки. Наиболее широкие защитные полосы необходимо выделять между вариантами в опы-

тах по изучению пестицидов (не менее 2 м) и в опытах с удобрениями (от 0,5 до 1,5 м).

При изучении норм высева семян и способов посева злаковых культур на продольные защитные полосы отводят определённое количество рядков: при узкорядном посеве 3-4, а при обычном 2-3, как и в опытах по изучению сортов.

В опытах с пропашными культурами на продольные защитки нужно отводить число рядков: с картофелем 1-2; с кукурузой 3-4.

Поперечные защитные полосы должны быть такими, чтобы при необходимости на них можно было разворачиваться агрегатам, применяемым в опыте. На этих защитках иногда предусматривают отбор почвенных и растительных образцов (проб) для лабораторных анализов.

Защитные полосы выделяют дорожками 25-30 см после появления всходов, вырезая растения. Минимальная ширина поперечных защиток в большинстве опытов составляет 2 метра.

В некоторых опытах можно проводить исследования и без защитных полос, например, при площади опытной делянки более 1000 м^2 , или при делянках очень малого размера. Для разграничения вариантов и проведения работ здесь оставляют дорожки шириной 30-40 см.

Планирование метода размещения вариантов в опыте.

Метод размещения – это чередование вариантов на опытных делянках в зависимости от задач и конкретных условий внешней среды (формы участка, варьирования плодородия почвы, направле-

ния склона и др.). Выделяют три основные группы методов: случайные, систематические, стандартные.

При использовании случайного метода (или рендомизации) место вариантов определяют по таблице случайных чисел или по жребию.

Систематический метод предполагает размещение вариантов в последовательности, определённой схемой опыта.

При стандартном методе возле каждого варианта (сорта) размещается контрольный (стандартный) вариант (сорт). Если стандарт размещается через одну делянку, то это ямб-метод, если через две – дактиль-метод. Если опытные делянки делят поперек на маленькие деляночки (парцеллы), то это парный метод П.Н. Константинова.

На опытных участках имеет место случайное и закономерное варьирование плодородия почвы. Если это не учитывать, то при систематическом размещении варианты окажутся в разных условиях и будет нарушен один из основных принципов опытного дела – принцип единственного логического различия, что обесценит опыт.

В соответствии с теорией вероятности, каждый из вариантов опыта, размещенный не систематически, а случайно, имеет одинаковые шансы попасть в лучшие, средние или худшие условия опытного участка. Для этого проводят рендомизацию, используя таблицу случайных чисел, или просто жеребьёвку. Следовательно, все варианты на день закладки опыта будут находиться в одинаковых условиях, и требование единственного различия будет выдержано. Повысить эффективность случайного метода размещения

можно при ориентации делянок длинной стороной вдоль направления варьирования плодородия почвы (например, вдоль склона).

Случайный метод размещения вариантов имеет ряд преимуществ перед систематическим размещением:

- исключается субъективный подход к размещению вариантов в опытах, и исследователь получает объективные результаты;
- сводится к минимуму влияние закономерного варьирования плодородия почвы и других условий, влияющих на опытные решения. Выдерживается требование единственного логического различия, ибо согласно теории вероятностей, рендомизация ставит все варианты опыта в равные условия;
- рендомизация является необходимым условием для применения дисперсионного анализа, так как этот метод систематического анализа базируется на принципе случайного отбора. Применение дисперсионного анализа для обработки результатов опыта, где варианты размещены систематически – методическая ошибка;
- при рендомизации можно не проводить рекогносцировочный посев.

Метод размещения вариантов должен быть по возможности прост, обеспечивать проведение опыта с минимальными ошибками и применение современных методов статистической обработки результатов опыта. Наиболее надёжной базой для выбора метода размещения вариантов и повторений в опыте являются данные дробного учёта урожая рекогносцировочного посева.

По данным учёта урожая рекогносцировочного посева и результатам его статистической обработки студентам предлагается

выбрать оптимальный метод размещения вариантов и повторений, размер и форму опытной делянки для нескольких условных методов.

Задание 3

Тема: Разбивка опытного участка

Цель занятий: Научить студентов переносить на местность схематический план полевого опыта.

План занятия:

1. Теоретическая часть – 1 час.
2. Разбивка опытного участка – 4,5 часа
3. Подведение итогов – 0,5 часа

Место проведения занятия – опытное поле ПГСХА.

Приборы и оборудование: теодолит, буссоль, стальная мерная лента (20 м) – 4 шт., крепкий шнур (100 м), 6 вешек длиной 1,5-2 м, 4 столбика (репера), 40-50 колышков 3 x 4 x 30 см, металлические молотки – 4 шт.

Ход занятия:

Перед выходом группы студентов в поле в течение 45 минут под запись изложить им методику разбивки опытного участка с использованием инструментов для построения прямого угла на местности и измерения отрезков прямых линий.

Порядок разбивки опытного участка. Полевой опыт дает объективную оценку изучаемым вариантам лишь в том случае, если эксперимент проведен с соблюдением всех требований методики. Ошибки технического характера, допущенные на любом этапе

опытной работы (разбивка опытного участка, обработка почвы, внесение удобрений, посев, уход, уборка урожая и т.д.) нарушают сравнимость вариантов и искажают их эффекты. Эти ошибки не могут быть исправлены никакой математической обработкой и, следовательно, полностью обесценивают результаты опыта. Поэтому соблюдение всех технических правил проведения эксперимента в поле – важнейшее условие получения точных данных, пригодных для объективной оценки действия изучаемых в опыте технологических приёмов или сортов.

После изучения и подготовки земельного участка необходимо нанести намеченное расположение опыта на схематический план, где указать точные размеры всего опыта, повторений, делянок, номера делянок и номера вариантов по делянкам и т.п.

При этом очень важно, чтобы площадь повторений и делянок точно соответствовала принятым размерам, все делянки во всех повторениях обязательно должны быть одинаковой длины и ширины и иметь строго прямоугольную форму.

Разбивку участка начинают с выделения общего контура опыта и контуров отдельных повторений. Опыт должен располагаться так, чтобы его окаймляла защитная полоса шириной не менее 10 метров. Общий контур и контур повторений выделяют с возможно большей точностью; допустимая невязка для общего контура не должна превышать 5-10 см на 100 м длины (Доспехов, 1985).

Чтобы выделить контур опыта, поступают следующим образом. По одной из длинных сторон участка прокладывают, отмечая вешками или по шнуру, прямую линию, например A_1D_1 (рисунок 2).

ляют их особо. На колышках указывают номера делянок, повторений и делают другие обозначения.

По окончании разбивки опыта необходимо надёжно зафиксировать его основные границы, от которых в любое время можно было бы установить границы повторений и делянок. Для каждого опыта нужно обязательно закреплять по крайней мере четыре основные точки – А, В, С, D для двух линий, например АВ и ВС, которые продолжают по прямой до точек А₁, В₁, С₁, D₁, находящихся за пределами обрабатываемого участка и в этих точках устанавливаются постоянные столбики (реперы, фиксированные колья). Расстояние от реперов до границы опыта тщательно измеряют и записывают, чтобы при утере угловых кольев, что часто происходит при обработках почвы, их можно было быстро восстановить.

Если границы делянок близко примыкают к полевым дорогам, целесообразно и в краткосрочных опытах закрепить границы делянок. Осуществляют это подземной разметкой, которая не мешает проезду машин и орудий, в местах пересечения средней (осевой) линий дороги с границей каждой делянки, почвенным буром делают отверстия и в них опускают на 8-10 см ниже поверхности почвы небольшие металлические, каменные или деревянные столбики длиной 30-40 см, чтобы эти постоянные реперы можно было легко отыскать, в конусообразные углубления над ними и вокруг насыпают куски битого кирпича, камня, песок или известь.

Выполнение задания – разбить опытный участок. Группа студентов разбивается на 4 звена по 4-5 человек. В каждом звене назначается звеньевой, который получает от преподавателя задание

– разбить опытный участок с заранее определённым числом вариантов и повторений, размером опытной делянки и способом размещения повторений. Для проведения этой работы на территории опытного поля выделяется площадь, достаточная для размещения 4-х опытных участков по 1,5-2га.

После разбивки участков звеньевые докладывают преподавателю о выполнении задания. Преподаватель во время разбивки находится на участке, наблюдает и подсказывает, как нужно выполнять ту или иную операцию. Преподаватель обязательно присутствует при завершении промеров общего контура полевого опыта и определении невязки.

По окончании разбивки участков каждый студент вычерчивает в полевом дневнике схематический план полевого опыта с нанесением всех размеров и предоставляет преподавателю для оценки.

В заключение занятия преподаватель отмечает основные ошибки, допущенные при выполнении работы.

Задание 4

Тема: Наблюдение и учёт при изучении основных агрономических вопросов. Работы на опытном участке.

Цель занятия: Ознакомить студентов с основами планирования учётов и наблюдений в полевых опытах, методикой проведения некоторых из них. Показать на реальных опытах отбор проб, их изучение и вычисление статистических показателей количественной и качественной изменчивости. Научить студентов оформлять свой полевой опыт и представлять его комиссии по приёмке опытов.

Необходимые инструменты, приборы и оборудования: Тяпки (10 шт.), крепкий шнур, мерная лента (2 шт.), деревянные молотки (4 шт.), колышки (40-50 шт.), этикетки из фанеры (оргалита) 30×40 см (2 шт.).

Ход занятия:

Планирование учётов и наблюдений в полевых опытах. В опытах проводят множество разнообразных учётов и наблюдений. При планировании эксперимента определяют, какие наблюдения и учёты, и в какие сроки их необходимо провести. Количество наблюдений и учётов должно быть минимальным, но достаточным для того, чтобы обосновать различия между изучаемыми вариантами по величине урожайности или другим показателям. Не следует планировать слишком много наблюдений. Во-первых, некоторые из них ничего не добавляют к результатам исследований и во-вторых, выполнять все запланированные наблюдения физически будет невозможно.

В опытах с полевыми культурами все планируемые наблюдения делят на две группы. К первой группе относятся наблюдения и учёты, позволяющие анализировать условия жизни растений. Вторая включает наблюдения, характеризующие процессы формирования урожая. Если объектами исследований являются культурные растения или сорняки, в программу опыта обязательно включают фиксацию дат прохождения фенологических фаз развития растений, которые в большей степени зависят от погодных условий. В связи с этим обязательно анализируют такие элементы погоды, как интенсивность выпадения осадков в течение года и вегетационного

периода, характер температурного режима с фиксацией максимальных и минимальных температур, влажность воздуха в разные периоды вегетации растений. Обязательно нужно учитывать экстремальные факторы погоды (град, ураганный ветер, тайфуны), которые могут повлиять на формирование урожая.

Наблюдения и учёты можно разделить на главные и второстепенные. Тематика главных и второстепенных наблюдений и учётов зависит от направления исследований и специфики опыта.

При планировании наблюдений и учётов большое внимание уделяют периодичности отбора проб. Для изучения медленно текущих процессов (динамика почвенного гумуса, накопление вредных организмов, формирование почвенной структуры и т.п.) отбирают реже в начале ротации севооборота, затем через 2-3 года и в конце ротации. Изменение засоренности полей под влиянием агроприёмов определяют не реже двух раз за вегетацию культуры – в начале вегетации и перед уборкой урожая. С такой же периодичностью определяют агрохимические показатели почвы (рН, Нг, сумму поглощённых оснований). В отличие от этих процессов изменение влажности почвы, рост и развитие растений на опытных делянках, содержание подвижных форм питательных элементов в почве и др. протекают быстро и находятся в динамике. Наблюдения за этими процессами проводят часто, как правило, через каждые 10 дней.

Таким образом, периодичность проведения наблюдений и отбора проб, зависит от скорости прохождения процессов. При медленном их течении промежутки между отбором проб длительные, при быстром – короткие.

Для получения достоверных данных по результатам наблюдений и учётов, пробы (выборки) должны быть достаточного объёма и быть репрезентативными (представительными). Это достигается путём соблюдения методики отбора проб.

При установлении числа учётных площадок и проб с делянки следует учитывать не только величину обследуемой площади, но и степень изменчивости признака. Во всех случаях число учётных единиц – растений, проб почвы, замеров глубины обработки почвы, площадок для подсчёта культурных и сложных растений и т.д. – должно быть достаточным, чтобы охватить всю внутриделяночную вариабельность. Трудно рассчитывать на репрезентативность отбора проб с делянки, если число их сводится к минимуму. Большой вариабельностью внутри делянки характеризуется засорённость посевов и почвы, влажность и объёмная масса почвы, содержание гумуса, подвижных форм азота, фосфора и калия. Вот почему ошибки, связанные с отбором почвенных и растительных проб, часто достигают 80-90% по отношению к суммарной ошибке определения, принятой за 100%.

Чтобы правильно отвечать на вопрос об оптимальном числе проб, достаточном для характеристики делянки полевого опыта, необходимо иметь сведения о степени варьирования основных объектов наблюдения в местных условиях. По данным кафедры земледелия и методики опытного дела ТСХА, можно указать, что с разных мест делянки площадью 100-200 м² необходимо отбирать 8-12 проб (площадок). В опытах с площадью делянок меньше 100 м²

число проб можно сократить до 6-8, а если площадь делянок больше 200 м^2 , число проб следует увеличить до 15-20 (Доспехов, 1985).

Чтобы обеспечить представительность отбираемой выборки, необходимо тщательно продумать такие приёмы отбора проб, которые устраняли бы возможность появления систематических ошибок. Ошибки смещения, довольно характерные для многих агрономических исследований, устраняются, если наблюдатель обеспечивает равную вероятность для всех объектов попасть в выборку, а не подбирает «типичные» по его представлениям пробы, достигается представительность выборки независимым от наблюдателя рендомизированным, случайным отбором единиц наблюдений в выборку.

Согласно современной теории выборочного метода, рендомизированный отбор устраняет смещённые оценки, значительно улучшает качество информации, позволяет исследователю использовать статистические методы обработки данных. Такие термины, как «типичный образец», «типичное растение», «типичный по засорённости участок» – примеры не представительности, так как выбор «типичного» всегда субъективен и данные, полученные на основе изучения такой не репрезентативной выборки, характеризуют только собранный материал, а не совокупность, подлежащую обследованию. В подобных случаях получается, искажённая, смещённая выборка, поэтому собранный материал нельзя обрабатывать статистически.

Важным фактором снижения ошибки среднего для каждого наблюдения является повторность отбора проб с опытных делянок, а также внутри делянок. В зависимости от места отбора проб вы-

борки бывают одно-, двух и трёхстадийными. К одностадийным или выборкам первого порядка относятся единицы наблюдений первого порядка (n_1)- параллельные делянки. Если пробы отобраны с 3-х одноимённых делянок (с 3-х повторений), то (n_1)- будет равна «3». Пробы, отобранные с нескольких точек внутри опытной делянки, называются двухстадийными или единицы наблюдения второго порядка (n_2) и, наконец, пробы, взятые для лабораторного анализа из среднего образца относятся к единицам наблюдения третьего порядка (n_3). План выборочного наблюдения должен предусматривать снижение ошибки среднего в первую очередь за счёт увеличения числа единиц наблюдений первого порядка n_1 , затем второго n_2 и, наконец, третьего порядка n_3 .

Если определение тех или иных показателей в полевом опыте является важной задачей и необходима статистическая оценка полученных данных, то рационально планировать отбор проб на всех или минимум на двух – трёх повторениях. Образцы с параллельных делянок следует анализировать отдельно. Если же исследование проводят только для общей характеристики опытного участка и статистическая обработка данных не требуется, можно объединить все образцы с параллельных делянок в один смешанный образец и отбирать пробы с одного – двух повторений.

Методика наблюдений и учётов, анализов.

В опытах различного направления проводят разнообразные наблюдения и учёты. Наиболее важные из них: метеорологические наблюдения, определение агрофизических и агрохимических показателей плодородия почвы, учёт засорённости почвы и посевов, фи-

топатологические и этнологические учёты, оценка посевов по биометрическим показателям, учёт урожая, анализ растениеводческой продукции.

Методику отбора проб растений и почвы, а также некоторых наблюдений и учётов, проводимых непосредственно на опытных делянках, преподаватель показывает на нескольких культурах.

Фенологические наблюдения. Во всех опытах, где объектом является растение (культурное или сорное), обязательно планируются фенологические наблюдения, сущность которых заключается в регистрации фаз развития растений. Фазы различаются между собой по внешним признакам растения. Началом фазы считается период, когда в неё вступило 10-15% растений. Если в неё вступило 70-75% растений, фаза считается полной.

Фенофазы определяет визуально одновременно на всём опыте один и тот же исследователь. Данные фенологических наблюдений используют при оценке влияния погодных условий и почвенной среды (эдафических факторов) на развитие изучаемого растения, а также для расчёта длительности межфазных периодов и вегетационного периода в целом.

Различные культуры характеризуются определёнными фенофазами. Согласно методике государственного сортоиспытания сельскохозяйственных культур принято определять следующие фазы: для *пшеницы, ячменя, овса, ржи* – всходы (начальные и полные); начало кущения; колошение, или выбрасывание метёлки (начальное и полное); полное цветение ржи; молочная, восковая и полная спелость. Для определения длительности периода посев – всходы

обязательно фиксируют даты посева всех культур. Для озимых зерновых культур отмечают даты прекращения осенней вегетации и возобновления её весной. Всходы на посевах злаковых культур отмечают при появлении первых раскрытых листочков у 75% растений. Начало кущения считается при появлении из влагалища главного стебля первого листочка бокового побега у 10-15% растений. Колошение пшеницы, ржи, ячменя отмечается, когда из влагалища верхнего листа вышло около половины колоса. Выбрасывание метёлки у овса – выход верхушки метёлки из влагалища верхнего листа. Молочная спелость – зерно в средней части колоса (у овса в верхней части метёлки) достигает почти полной длины, однако имеет ещё зелёную окраску. При нажиме на зерновку пальцем она лопается и из неё вытекает полужидкая молочно-белая масса (у ячменя и ржи желтоватая). Само растение в этот период ещё зелёное, за исключением самых нижних листьев.

При восковой или хозяйственной спелости, зерно желтого цвета, твёрдое. Однако, при нажиме ногтём ещё легко режется, а при изгибе зерновка овса и ячменя лопается. Листья и стебли растения в это время желтые. При полной спелости зерновка становится твёрдой, при нажиме ножом она раскалывается.

У *гречихи* отмечают фенологические фазы: всходы (начальные и полные), цветение (начальные и полное), побурение первых плодов и хозяйственная спелость.

У *кукурузы* отмечают фазы появления и полные всходы; начало и полное выбрасывание метёлок; начало и полное цветение початков; молочную, молочно-восковую, восковую и полную спелость.

Начало цветения початков определяется по появлению тычинковых нитей. Фазы спелости зерна определяют после освобождения от оберток десяти початков на защитных полосах делянки. Определённую фазу регистрируют, когда в эту фазу вступило восемь початков из десяти.

Фаза молочной спелости характеризуется полностью сформировавшимся зерном, но при этом оно легко раздавливается и из него вытекает белая жидкость. При молочно-восковой спелости из раздавленного зерна вытекает уже тестообразная масса. В фазе восковой спелости зерно уже не раздавливается пальцами, но ещё режется ногтём. Полная спелость характеризуется почернением зерна в месте прикрепления его к стержню початка и пожелтением оберток.

Для *риса* характерны следующие фенологические фазы: всходы (начальные и полные), начало кущения, начальное и полное выбрасывание метёлки, молочная, восковая и полная спелость. Начало всходов отмечается при появлении первого настоящего листа с пластинкой, а полные всходы – при чётко выраженного рядках. Кущение характеризуется появлением первого бокового побега, а выбрасывание метёлки – выходом её верхушки из влагалища листа. Фазу молочной спелости зерна фиксируют тогда, когда зерно в средней по высоте части метёлки мягкое, зелёное при раздавливании выделяется «молочко». В фазе восковой спелости зерно в средней части метёлки при сжатии пальцами уже не раздавливается, но ещё режется ногтем, а цветочные чешуи желтеют. При спелости зерно не режется ногтем.

У *сои* отмечают фазы полных всходов, образования примордиальных листьев; образования первого тройчатого листа, начало ветвления, начального и полного цветения, начальной и хозяйственной. Начальная спелость характеризуется пожелтением (побурением) одного-двух нижних бобов у 10-15% растений. Хозяйственную спелость устанавливают при достижении 70% бобов на растении и более.

У *корнеплодных* культур фиксируют фазы всходов (начальных и полных), смыкания листьев в рядках и междурядьях. На посевах свеклы дополнительно определяют фазу появления первой пары настоящих листьев.

На посадках *картофеля* отмечают всходы, цветение, начало отмирания ботвы.

Задание для студентов: Определить фазы развития изучаемых ими культур, вычислить процент растений, вступивших в данную фазу. Данные записать в дневник практики.

Задание 5

Написание отчета о прохождении практики

Каждая бригада из 5-8 человек пишет один отчет по практике, в котором должны быть отражены все виды работ, сделанные студентами. Титульный лист оформляется согласно приложению А. Глава 5 должна содержать описание выбранной методики обработки данных. Отчет должен включать главы:

Введение 1 Выбор и подготовка земельной площади для опыта (ПК-2).

2 Планирование основных элементов методики полевого опыта (ПК-3)

3 Разбивка опытного участка (ПК-2)

4 Планирование учетов и наблюдений, анализов при изучении основных агрономических вопросов (ПК-3)

5 Обобщение и статистическая обработка результатов опыта (ПК-

4) Заключение

Список использованной литературы

По результатам защиты отчета выставляется оценка. К защите допускаются студенты, посещавшие все занятия.

Список рекомендуемой литературы

а) основная литература:

1. Глуховцев, В.В. Практикум по основам научных исследований в агрономии: учеб. пособие / В.В. Глуховцев, В.Г. Кириченко, С.Н. Зудилин. – М.: Колос, 2006. – 240 с.
2. Доспехов, Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки результатов исследований): учебник / Б.А. Доспехов. – М.: ИД Альянс, 2011. – 352 с.
3. Воробейков Г.А. Полевые и вегетационные исследования по агрохимии и физиологии [Электронный ресурс]: учеб. пособие / Г.А. Воробейков, В.П. Царенко, Н.Ф. Лунина. – Электрон. текст. дан. – СПб.: Проспект науки, 2014. – 144с. – Режим доступа: www.e.lanbook.com.

б) дополнительная литература:

1. Основы опытного дела в растениеводстве / В.Е. Ещенко [и др.]. – М.: КолосС, 2009. – 268 с.: ил. – (Учеб. и учеб.пособия для студентов вузов).
2. Глуховцев, В.В. Практикум по основам научных исследований в агрономии / В.В. Глуховцев, В.Г. Кириличко, С.Н. Зудилин. – М.: КолосС, 2006. – 240 с. – (Учеб. и учеб.пособия для студентов вузов).

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФГБОУ ВО «ПРИМОРСКАЯ ГОСУДАРСТВЕННАЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННАЯ
АКАДЕМИЯ»
ИНСТИТУТ ЗЕМЛЕУСТРОЙСТВА И АГРОТЕХНОЛОГИЙ

Кафедра Земледелия и
растениеводства

ОТЧЕТ ПО УЧЕБНОЙ ПРАКТИКЕ «ОСНОВЫ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В АГ-
РОНОМИИ»

Выполнили: обучающиеся на
направления подготовки
35.03.04 Агрономия

_____ *ФИО*

_____ *ФИО*

_____ *ФИО*

_____ *ФИО*

_____ *ФИО*

_____ *ФИО*

Проверил(а): _____
ФИО

_____ *отметка о регистрации кафедрой*

Уссурийск 2016

Негода Людмила Анатольевна

Методические указания к учебной практике по
основам научных исследований в агрономии для
направления подготовки 35.03.04 Агрономия