

Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Дмитриев Николай Николаевич
Должность: Ректор
Дата подписания: 27.02.2026 08:25:29
Уникальный программный ключ:
f7c6227919e4cdbfb4d7b682991f8553b37cafbd

Министерство образования и науки Российской Федерации

Министерство сельского хозяйства Российской Федерации

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования

Иркутский государственный университет имени А.А. Ежевского

Агрономический факультет

Кафедр ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры

ФЕНОЛОГИЯ

Учебно-методическое пособие

для студентов очного и заочного обучения

направления подготовки

35.04.09 – Ландшафтная архитектура

Молодежный – 2024

УДК 581.543(072):712.00

Рекомендовано к изданию методической комиссией агрономического факультета - Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования Иркутский государственный университет имени А.А. Ежовского
(протокол № 6 от 20.02.2024 г.)

ФЕНОЛОГИЯ

**Учебно-методическое пособие
для студентов очного и заочного обучения
направления подготовки 35.04.09 – Ландшафтная архитектура**

Составитель: Е.Г. Худоногова

Рецензент: О.В. Рябинина – к.б.н., доцент кафедры земледелия и растениеводства Иркутского ГАУ

Худоногова Е.Г. Фенология: учебно-методическое пособие для студентов очного и заочного обучения направления подготовки 35.04.09 – Ландшафтная архитектура. – Молодежный. – Иркутский ГАУ, 2024. – 46 с.

Учебно-методическое пособие предназначено для изучения дисциплины «Фенология» магистрами по направлению подготовки - 35.04.09 – Ландшафтная архитектура. Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с изучением дисциплины «Фенология», методических рекомендаций по оформлению контрольных работ для студентов заочного и дистанционного обучения.

Худоногова Е.Г., 2024
Федеральное государственное бюджетное образовательное
учреждение высшего образования Иркутский государственный
университет имени А.А. Ежовского, 2024

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	4
1 СТРУКТУРА ФЕНОЛОГИИ.....	5
1.3. Основные понятия фенологии.....	7
2 СЕЗОНЫ ГОДА И ИХ ДЕЛЕНИЕ.....	8
2.1 Естественная периодизация года	8
2.2 Границы сезонов.....	10
3 МЕТОДЫ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ.....	14
4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬ- НЫХ РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУ- ЧЕНИЯ.....	33
ГЛОССАРИЙ	43
Список литературы	45

ВВЕДЕНИЕ

Неотъемлемым свойством Земли является смена времен года, связанная, в первую очередь, с вращением планеты вокруг Солнца. Сезонная ритмика охватывает все компоненты ландшафта - атмосферу, гидросферу, литосферу (Янцер, Терентьева, 2013).

Сезонные изменения свойственны каждой территории, но календарные сроки их наступления значительно варьируют.

Система знаний о сезонных явлениях природы, о сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки, называется **фенологией** (с греч. «феномен»-явление, «логос» - наука, изучаю). Термин «фенология» был предложен бельгийским ученым Ш. Морраном в 1853 г.

А. И. Руденко определил фенологию, как науку, изучающую закономерности сезонного развития растительного и животного мира, а также явлений неорганической природы в их взаимосвязи и взаимодействии».

Фенология изучает закономерные погодичные сезонные изменения биосферы, биоритмы природных комплексов и геосистем в различных географических зонах, взаимосвязи и многосторонние сезонные изменения живых и неживых объектов на огромном географическом пространстве. Это пограничная дисциплина между биологией и географией. В биологическом плане фенология изучает закономерности сезонного развития организмов, в географическом – те же закономерности в их связи с абиотическими условиями среды и географическим положением объектов наблюдений.

Фенология тесно связана с такими разделами географии, как метеорология, гидрология и климатология. Сезонные изменения в жизнедеятельности организмов, обитающих в одинаковых условиях географической среды, происходят синхронно и подвержены влиянию климатических и других факторов этой среды, поэтому фенологию можно одновременно считать разделом экологии и наукой о сезонной ритмике географических ландшафтов (*ландшафтная фенология*).

1 СТРУКТУРА ФЕНОЛОГИИ

Общая фенология изучает общие фенолого-географические закономерности и фенологию «целостной» природы, она занимается как теоретическими вопросами, так и разработкой методики фенологических наблюдений и обработки их результатов, изучает пространственно-временные закономерности сезонного развития природных комплексов. Это, в первую очередь, географическая фенология (изучающая физико-географические характеристики территорий).

Частная фенология изучает сроки сезонных изменений объектов, сроки прохождения фаз развития, она подразделяется на фенологию неживой природы (метеорологические и гидрологические сезонные явления), фенологию растений (фитофенологию) и фенологию животных (зоофенологию - это фенология птиц (орнитофенология), фенология рыб (ихтиофенология), фенология насекомых (энтомофенология)). К частной фенологии относят также фенологию городской среды.

Теоретическая фенология занимается изучением закономерностей сезонного развития природных комплексов на разных уровнях (порядках размерности). По классификации геосистем В. Б. Сочавы (1978), планетарный уровень предполагает изучение сезонной ритмики всей биосферы и географической оболочки планеты. Задачу изучения сезонных пульсаций биосферы поставил В. И. Вернадский (1926, 1967). К исследовательским работам планетарной размерности относятся фенологические карты мира, весьма немногочисленные в настоящее время. Континентальный уровень – это фенологическое изучение территории континентов и физико-географических поясов. К уровню этого ранга следует отнести исследования, результатами которых являются фенологические карты, охватывающие территорию России (или отдельно европейскую и азиатскую ее части), территорию стран Восточной, Центральной Европы, США и т. д. На региональном уровне изучается территория географических провинций и физико-географических областей. Например, краевые, областные и рес-

публиканские фенологические и агрометеорологические справочники и карты, фенологические исследования и материалы отдельных европейских и азиатских государств и Штатов США. Топологический уровень предполагает изучение фенологических особенностей отдельных ландшафтов и их частей – урочищ и фаций. Это фенологические разделы характеристик ландшафтов, календари природы отдельных географических пунктов, заповедников, научных стационаров, ботанических садов, парков и т. п. (Янцер, Терентьева, 2013).

Теоретические исследования охватывают все направления фенологического прогнозирования, *феноиндикационной фенологии* и вопросы методологии.

Прикладная фенология изучает применение теоретических знаний о сезонной динамике и методах фенологических исследований в практической деятельности человека. В.А. Батманов относил к прикладной фенологии всё, что большинство фенологов включали в понятие фенологии вообще. Исследования прикладной фенологии дифференцируются по принадлежности объекта или цели исследования к какому-либо разделу знаний или отрасли народного хозяйства: фитофенология, зоофенология, гидрофенология, фенология ландшафтов и т.д. И.Н. Елагин (1976) предлагал выделять экологическую фенологию. На нужды народного хозяйства работают сельскохозяйственная фенология, охотничье-промысловая, лесохозяйственная и т.д. Прикладная фенология представляет собой конгломерат самостоятельных и полусамостоятельных дисциплин, отдельных разделов фундаментальных наук, практических служб и т.п., решающих с помощью фенологических методов собственные задачи, связанные с сезонным развитием своих объектов (Янцер, Терентьева, 2013).

Система фенологических знаний весьма обширна и охватывает довольно значительный круг вопросов теоретической и прикладной значимости.

1.3. Основные понятия фенологии

Сезонная динамика геосистем учитывается с помощью фенологических наблюдений, зависит от конкретных дат наступления сезонных явлений природы в определенных географических пунктах (число, месяц, год). При характеристике сезонной динамики используются широко распространенные и четко проявляющиеся, легко и точно наблюдаемые сезонные явления различных систем, не требующие для регистрации специальной аппаратуры. К таким явлениям относятся фенологические фазы (фенофазы).

Фенофаза - определенный этап, стадия или период в развитии объекта. Этим общая фенология отличается от частных географических дисциплин (метеорология, гидрология). Примерами сезонных явлений в неживой природе умеренных широт служат: в атмосфере первые и последние заморозки, повредившие теплолюбивые растения; первые и последние снегопады; первый морозный день, первый и последний дождь в аридных областях; появление первых и последних типичных кучевых облаков; первая и последняя гроза, зарниц. В гидросфере - замерзание осенью и вскрытие весной озер и прудов; появление первых закраин, первой полыньи; ледостав; возможность переезда или перехода по льду; первая подвижка льда на реке; ледоход; полное очищение реки ото льда на поверхности почвы, установление и разрушение снежного покрова (на открытых местах, в лесу, в оврагах); заморозки перед установлением снежного покрова и после (Янцер, Терентьева, 2013).

Основными временными показателями в фенологии являются фенодаты – календарные даты наступления сезонного явления в данном географическом пункте. Наиболее сложно установить фенодаты постепенного наступления сезонных явлений. Для полного описания их динамики требуются длительные систематические наблюдения. С целью сопоставления сроков начала, максимального развития и окончания постепенно протекающих событий, приходится устанавливать условные границы. Следующим временным фенологическим по-

казателем является фенологический интервал - длительность периода между двумя сезонными явлениями (например, цветения и плодоношения).

Сопоставление длин аналогических фенологических интервалов является одним из основных приемов фенологических следований. Отклонение срока наступления явления в конкретном году от средних многолетних, выраженное в сутках, называется *феноаномалией*. В случае запаздывания явления феноаномалия считается положительной, если наблюдается опережение – отрицательной. Если сезонные явления наступают раньше своих многолетних сроков, то считается, что они протекают *экспрессивно*, а если запаздывают, то *депрессивно*.

Сезонное явление, наступление которого используется в качестве указателя вероятного срока наступления другого или других сезонных явлений называется *фенологическим индикатором* (феноиндикатором). Феноиндикаторы могут выполнять сигнальную и прогнозную функции. Сигнальная функция основана на том, что в природе большие группы сезонных явлений наступают одновременно (синхронно). Установив дату наступления одного из явлений синхронной группы, можно считать, что другие явления данной группы наступили или наступят в очень близкое время. Прогнозная функция феноиндикаторов основана на относительной устойчивости фенологических интервалов (Янцер, Терентьева, 2013).

С целью достижения сопоставимости фенологических наблюдений, проводимых разными исследователями, используются унифицированные программы фенологических наблюдений, методические указания к ним, атласы фенофаз растений и сезонных явлений мира животных.

2 СЕЗОНЫ ГОДА И ИХ ДЕЛЕНИЕ

2.1 Естественная периодизация года

Одной из фенологических характеристик является фенологическая периодизация. Фенологическая периодизация - разделение года на качественно различающиеся фенологические периоды – сезоны и подсезоны, каждому из кото-

рых свойственно специфическое состояние объектов живой и неживой природы и особое их взаимодействие.

Для каждой конкретной территории устанавливаются определенные сроки перехода природы из одного сезонного состояния в другое. Естественная фенологическая периодизация исходит из того, что каждому времени года присущ строго определенный специфический набор сезонных явлений (Янцер, Терентьева, 2013).). Основное подразделение естественной фенотериодизации – сезон. Каждому сезону свойственны свои явления и аспекты, набор которых определяется структурой ландшафта.

Внетропическим территориям свойственна четырехсезонная структура годового круга природы: весна, лето, осень и зима. Северная граница четырехсезонной полосы в Европе совпадает с южной границей тундры; в Азии она проходит южнее: через Тобольск, Томск, севернее Благовещенска, пересекает о. Сахалин по 50-й параллели, полуостров Камчатка - по 56-57-й параллели; в Америке - севернее полуострова Аляска, южнее залива Джеймса, по полуострову Лабрадор и южной оконечности о. Гренландия. К северу от этой границы лето прохладное и очень короткое, зима суровая и продолжительная, весна и осень холодные. Естественные (фенологические) сезоны – одно из традиционных понятий в фенологии. Это «качественно отличные этапы годового круга природы с однотипными взаимосвязями между ее компонентами и специфическими для каждого этапа наборами сезонных явлений и аспектов». Сезоны можно разделить на части – подсезоны (субсезоны), аналогичные месяцам гражданского календаря. Более мелкие подразделения, соответствующие декадам или неделям, называют ступенями. Естественные сезоны, в отличие от сезонов астрономического и гражданского календарей наступают в разных географических районах не одновременно и, как правило, протекают в разных районах с разной скоростью. Изменчивы также календарные сроки наступления фенологических сезонов в одной и той же географической точке, но в разные по погодным условиям годы. Практическое значение естественных сезонов состоит в том, что все сезонные работы в сельском и лесном хозяйствах и других от-

раслях, где работы ведутся под открытым небом, а также многие оздоровительные мероприятия и туристские походы проводятся не по гражданскому, а по естественному (фенологическому) календарю (Янцер, Терентьева, 2013).

2.2. Границы сезонов

В основе любой естественной периодизации года лежат два критерия – климатический и фенологический. Сезонные изменения природы обусловлены годовым ходом климатических условий. В умеренной зоне ведущую роль в этом процессе занимает смена радиационного баланса и зависящего от него термического режима. Температура воздуха – важнейший элемент климата, хорошо отражающий воздействие всех элементов климатообразования, и, как следствие этого, характеризующийся ярко выраженной сезонной изменчивостью. В едином ходе температур их постепенное количественное изменение на определенных этапах неизбежно приводит к качественным изменениям, скачкам в сезонном развитии природы. Эти переломы являются объективными границами фенологических этапов (Янцер, Терентьева, 2013).

Изменение в течение года метеорологического компонента ландшафта влечет за собой изменения гидрологического и почвенного, а затем фито- и зоофенологического компонентов.

Сезонные изменения в живой природе – это ответная реакция на изменения всего комплекса компонентов неживой природы. В свою очередь, сезонные изменения в живой природе не только свидетельствуют об изменении других компонентов ландшафта, но как наиболее ярко выраженные (особенно у растительности) и, тем самым, обуславливающие изменения облика ландшафта, могут считаться «индикаторами» сезонных изменений в природе в целом. Поэтому использование фенологического критерия и возможно, и необходимо при выделении естественных сезонов года и их подразделений. При неустойчивых погодных условиях, когда температуры могут вернуться к пройденным рубежам, фенологический процесс может быть замедлен, но уже необратим.

В метеорологии существует множество температурных показателей. Это температуры воздуха и почвы, измеряемые соответственно на разной высоте и глубине; их максимальные, минимальные и среднесуточные значения. Обычно для деления годового круга на сезоны используют «качественные переходы, скачки в годовом ходе температур через 0° , 5° , 10° и 15°C , исходя из требований большинства растений к температурным условиям в различные периоды их развития. Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова предложены следующие термические границы сезонов: начало зимы или весны – переход среднесуточных температур воздуха через -5°C ; начало лета – устойчивый переход среднесуточных температур воздуха через 15°C , что как правило, совпадает с окончанием первых заморозков; начало осени – первые заморозки на поверхности почвы и переход среднесуточных температур воздуха ниже 10°C .

Агрометеорологи наступление весны и зимы определяют переходом среднесуточных температур воздуха через 0°C . Есть мнение, что более правильно использовать не среднесуточные температуры, а экстремальные (максимальные и минимальные) и не только воздуха, но и температуры почвы. Разные авторы фенопериодизации в своей местности вынуждены выбирать те показатели, которые считают наиболее подходящими в конкретных условиях (Янцер, Терентьева, 2013).

Не меньше сложностей с выбором параметров при использовании фенологического критерия. Границы некоторых естественных сезонов определяются по резкой смене сезонных аспектов. Например, начало фенологической зимы в странах умеренного климатического пояса считается с момента смены осеннего бесснежного аспекта аспектом с устойчивым снежным покровом. Но в большинстве случаев смена сезонных аспектов природы происходит постепенно. Чаще границы естественных сезонов и их подразделений определяются по так называемым индикационным сезонным явлениям – феноиндикаторам (ярким, хорошо заметным сезонным явлениям, которые ежегодно своим появлением свидетельствуют о наступлении определенного этапа в годовом цикле природы). Индикаторами границ естественных сезонов и их подразделений могут

быть явления из разных компонентов ландшафта: в холодные сезоны – метеорологические и гидрологические, а в теплые – жизнь растительности и животного мира, наиболее активного компонента ландшафта в это время. К первой группе феноиндикаторов относятся уже указанный выше феноиндикатор начала зимы или любые температурные показатели. Во второй группе больше разнообразия. Так, общепризнанным феноиндикатором начала лета считается зацветание шиповника, начала осени – появление окрашенных листьев в кронах берез. Прилет птиц часто совпадает с началом весны, а начало ее последнего подсезона – с зацветанием первых плодовых деревьев и кустарников. Основной подсезон осени - «золотая осень» - маркируется полным окрашиванием крон берез, а конец этого подсезона и, соответственно, начало поздней осени (у разных авторов названия подсезонов варьируются) определяется по окончанию массового листопада берез (Янцер, Терентьева, 2013).

В южных районах Сибири снежный покров достигает высоты всего 25-30 см и тает на 10-12 дней раньше перехода температуры через 0°C вследствие воздействия прямой солнечной радиации и положительной температуры в полуденные часы. С началом весны связаны такие явления, как пыление ольхи, прилёт скворцов, начало ледохода на малых реках.

Деление сезонов на этапы и индикаторы границ представлено в табл.1.

Работы по фенопериодизации в России проведены Д.Н. Кайгородовым. Вопросы естественной периодизации разрабатывались Н.Н. Галаховым, Г.Э. Шульцем, В.А. Батмановым, Т.И. Буториной и др. (Янцер, Терентьева, 2013).

Приведем пример феноиндикаторов:

1. Зима: начало зимы – установление снежного покрова;
2. Коренная зима – последняя оттепель.
3. Предвесенье – первая дробь дятла, первая песнь большой синицы, первая оттепель.
4. Весна: снеготаяние – снег сделался сырым, появились лужи.
5. Голая весна – сокодвижение у березы, сход снега на открытых местах.
6. Зеленая весна - облиствение березы.

7. Предлетье – зацветание черемухи.
8. Лето: начало лета – зацветание шиповника.
9. Жаркое лето – первые зрелые ягоды красной смородины, земляники лесной, зацветание озимой ржи.
10. Спад лета – появление желтых прядей в кронах берез.
11. Осень: начало осени – появление первых полностью желтых берез.
12. Золотая осень – полное окрашивание всех берез.
13. Предзимье – конец листопада у берез.

Таблица 1 – Естественные сезоны Сибири

Сезон	Субсезон	Этап	Индикаторы сезона
Весна	Предвегетационный	Начальный (пер- вовесенье)	Переход дневных температур воздуха выше 0 градусов, появление первых протали
		Основной	Переход среднесуточной температуры через 0 градусов, разрушение снежного покрова
	Весенний вегетационный	Начальный	Переход минимальных температур выше 0 градусов, начало сокодвижения берёзы, возобновление вегетации многолетних
		Основной (зеленая весна)	Переход минимальных температур выше 5 градусов, начало зеленения берёзы
		Завершающий (предлетье)	Переход минимальных температур выше 10 градусов, начало цветения черёмухи, полное развёртывание листьев осины
Лето	Летний вегетационный	-	Переход среднесуточных температур выше 15 градусов, зацветание шиповника и малины, колошение озимой ржи
Осень	Осенний вегетационный	Золотая осень	Переход минимальных температур ниже 10 градусов (переход среднесуточных температур ниже 15 градусов), появление первых пятен осенней окраски у белых берёз
	Послевегетационный	Глубокая осень	Переход минимальных температур ниже 5 градусов, полное пожелтение берёзы
		Предзимье	Переход минимальных температур ниже 0 градусов, конец листопада берёзы
Зима	-	-	Переход максимальной температуры воздуха ниже 0 градусов, залегание устойчивого снежного покрова

Структуру естественных сезонов года прибрежной полосы Байкала предложил В.Н. Моложников (Шульц, 1981), он выделил:

- Зима (165 дней): 1 – снежная, 2 – морозная, 3 – предвесенье.
- Весна (70 дней): 4 – снежная, 5 – пестрая, 6 – голая, 7 – зеленая (разгар весны).
- Лето (70 дней): 8 – перволетье, 9 – полное лето.
- Осень (61 день): 10 – первоосенье, 11 – золотая осень, 12 – глубокая осень.

3 МЕТОДЫ ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ

3.1. Теоретическое обоснование методов

Фенологические наблюдения над абиотическими сезонными явлениями ведутся по принятой в руководствах для метеорологических и гидрологических наблюдений методикам.

Методика фенологических наблюдений над растениями и животными, особенно теми, которые служат индикаторами границ естественных сезонов и субсезонов - эта методика имеет своей целью обеспечить максимально возможную сопоставимость аналогичных фенологических наблюдений, проводимых одними и теми же наблюдателями в разные годы и разными наблюдателями в разных пунктах.

В основе фенологических методов лежит задача более простым способом охарактеризовать более сложное явление с помощью феноуказателя. Например, искомое – срок, когда почва достигнет оптимальных свойств для посева кукурузы, феноуказатель – начало цветения черемухи; искомое - фенологическое состояние древостоя в сосновом лесу, феноуказатель - фенологическое состояние выборки в 100 сосен, и т. д. (Янцер, Терентьева, 2013).

Необходимыми качествами феноуказателя являются: хорошая связь с искомым (она максимальна, если искомое и феноуказатели обуславливаются

комплексом одних и тех же причин), достаточная четкость, чтобы наблюдение можно было провести с необходимой точностью.

В сферу теоретической фенологии входит разработка теории отдельных методов фенологических исследований, моделирование наиболее рационального решения разных типов фенологических задач, систематика феноуказателей и т. д. На практике роль теоретической фенологии заключается в том, чтобы помочь исследователю любого профиля, конечно, если тема исследования так или иначе связана с сезонной динамикой природы, выбрать метод исследования.

Всякое фенологическое наблюдение можно разделить на три составных элемента: места, времени и фенологического состояния объекта. Фенологическое состояние может характеризоваться двумя показателями: временным и вещественным (Янцер, Терентьева, 2013).

Временной показатель указывает момент сезонного развития объекта, т. е. фиксирует, какая часть этого развития пройдена (например, начало, середина, окончание процесса). Вещественный показатель характеризует то, во что объект реализуется в процессе своего развития. Например, массовость процесса (обилие цветков, плодов, или их единичность и т.п.). Например, 26 мая 2023 г. на территории заповедника начала цвести черемуха. Цветение «обильное». 26 мая 2023 г. - элемент времени. Территория заповедника - элемент места (условное обозначение среды, где протекало явление).

Начала цвести черемуха - временной показатель, фенологического состояния объекта. Цветение обильное - вещественный показатель фенологического состояния объекта. Каждый элемент может иметь множество значений, количественных и качественных (Янцер, Терентьева, 2013).

В процессе наблюдения значение какого-то одного элемента определяется, а значения других задаются заранее. В зависимости от того, значение какого элемента или показателя элемента определяется, фенологические методы В.А. Батманов предложил разделить на четыре группы (табл. 2): регистраторы сроков, описательная группа, индикаторы урожайности, экометрические.

Таблица 2 - Соотношение определяемых и заданных элементов по группам методов (по В.А. Батманову, 1972)

Группа методов	Элементы фенологических наблюдений			
	Время	Место	Временной по-казатель	Вещественный показатель
Регистраторы сроков	?	+	+	+
Описательная группа	+	+	?	
Индикаторы урожайности	+	+		?
Экометрические	+	?	+	+

Примечание: + - заданный элемент; ? - определяемый элемент

По форме отчета методы делятся на два класса: первичные и интегральные. Первичные методы регистрируют значение определяемого элемента без указания меры его типичности, дают качественную оценку, результаты слабо поддаются математической обработке. Интегральные методы регистрируют значение увеличения числа отчетов при наблюдении, точно оценивают величину размаха значений определяемого элемента, дают результат определенный и желаемой точности, результаты более точные, хорошо поддаются математической обработке (Янцер, Терентьева, 2013).

Приведем примеры некоторых методов фенологических наблюдений:

1. Первичный (классический) метод группы регистраторов срока - классический метод фенологических наблюдений. Сущность метода заключается в определении значения элемента времени в процессе наблюдения при заранее заданных двух других (места и фенологического состояния). Наблюдатель определяет, когда наступило данное явление в данном месте. Более или менее регулярно посещая участок, наблюдатель должен зафиксировать две даты: последнюю, когда заданное сезонное явление еще не наблюдалось – дата *a*, и дату *б*, когда явление было отмечено впервые. Очевидно, истинная дата наступления явления *M* лежит в интервале *аб*. Точность проведенного наблюдения будет зависеть от величины промежутка *аб*, другими словами, от частоты посещения участка. Теоретически ошибку определяемого элемента в данном

случае можно свести к нулю, если наблюдатель будет постоянно находиться у наблюдаемого объекта, что, конечно, нереально (Янцер, Терентьева, 2013).

Не имея сведений о развитии объекта в интервале ab , мы принимаем за нуль-гипотезу, что вероятность наступления искомого срока в любой точке промежутка ab одинакова, т. е. распределение возможных дат наступления явления равномерное. Тогда по закономерностям равномерного распределения наиболее вероятная дата наступления явления M будет лежать в середине интервала ab и определяться по формуле: $M = a + b / 2$,

средняя ошибка вычисленной таким образом даты выводится по формуле:

$$m = \sqrt{(b - a)^2 / 12}$$

Наблюдения записывают в дневник:

Год наблюдения _____, место _____

№ п/п	Название явления	Последняя дата, когда явление еще не наблюдалось (a)	Дата, когда явление было отмечено впервые (b)	Наиболее вероятная дата наступления явления (M) со ср. ошибкой	Примечание
1	Начало пожелтения листьев березы	18.08	20.08	19.08	Березы на опушке

Проводить наблюдения можно в течение нескольких лет (3 года и более) и приступить к созданию календаря природы. Он отражает среднюю многолетнюю последовательность сезонных явлений в данной местности. Чем дольше проводятся наблюдения первичным методом регистраторов срока, тем достовернее данные. Имея календарь своего района, можно оценить фенологические особенности текущего года. Отклонения сроков наступления сезонных явлений конкретного года от средних многолетних дат, выраженные в сутках, называются феноаномалиями (Янцер, Терентьева, 2013).

Наблюдение за изменением феноаномалий с ходом сезона создает основу для фенологического прогнозирования.

Обработку и использование наблюдений следует начинать сразу же, с момента их поступления. На второй год наблюдений фенологические сводки сопоставляются с прошлогодними. Выявляется, как протекает сезонное развитие в новом году: опережает или отстает от сезонного развития природы в прошлом. Такое сравнение помогает ориентироваться в сроках полевых, лесных и других сезонных работ. После третьего года наблюдений можно приступить к выводу средних многолетних сроков: основы местного календаря природы (Янцер, Терентьева, 2013).

Если явление наблюдалось все три года, то средняя трехлетняя определяется как средняя арифметическая величина - сложением трех дат и делением полученной суммы на три. Перед этим даты приводятся к одному месяцу (если в этом есть необходимость). Делается это путем прибавления 30 или 31 дня к дате следующего месяца.

Например, начало цветения мать-и-мачехи: 18 мая, 1 мая и 17 апреля. Чтобы привести эти даты к одному месяцу (апрелю), надо к 18 мая прибавить 30 дней = 48. 18 мая равнозначно 48 апреля. 1 мая аналогично выражаем через апрельскую дату ($1+30 = 31$ апреля). Теперь сложение трех дат будет правильно: $48 \text{ апреля} + 31 \text{ апреля} + 17 \text{ апреля} = 96 \text{ апреля}$ разделить на 3 = 32 апреля – средняя трехлетняя дата начала массового цветения мать-и-мачехи. Т.к. по календарю в апреле 30 дней, приводим несуществующую дату 32 апреля к маю ($32-30 = 2$ мая (Янцер, Терентьева, 2013).

Первичный описательный метод - группа описательных методов (первичный и интегральный методы) позволяет получить законченный отчет сразу (в результате однократного посещения участка). Сущность описательных методов заключается в том, что наблюдатель характеризует фенологическое состояние объекта наблюдения в известное время в определенном месте. Каким образом дается характеристика фенологическому состоянию, зависит от класса метода – первичный он или интегральный. При наблюдении первичным описательным методом фенологическое состояние объекта характеризуется словесно, без каких-либо подсчетов. Чем полнее и детальнее это сделано, тем наблюдение име-

ет большую ценность. Чтобы точнее определить наблюдаемый момент сезонного развития объекта, надо стараться ограничить его с двух сторон, указав последнее из уже пройденных фенологических состояний и первое из еще не наступивших. Например: «Бутоны у черемухи набухли, побелели, но раскрывшихся венчиков еще нигде нет». Однако эта задача не из легких. Только хорошо представляя нормальную последовательность сезонных явлений у изучаемого объекта, можно с ней справиться. Детальные описания фенологического состояния позволяют проследить связи между развитием отдельных органов растения (цветков, плодов, стеблей, листьев, корней), то есть способствуют формированию понятия об организме как едином целом. Чтобы работать описательным первичным методом в такой форме, необходимо иметь разработанные шкалы нормальной последовательности явлений, т. е. перечень фенологических состояний, объекта, следующих друг за другом (Янцер, Терентьева, 2013).

Сбор материала возможен по двум направлениям: обширная фенологическая информация об одном объекте и краткие фенологические сведения о большом количестве объектов. Лучшей формой записи при работе описательным первичным методом является дневниковая.

2. Интегральный описательный метод - наиболее точный метод. Фенологическое состояние объекта на выбранном участке в день экскурсии оценивается в этом случае процентом учетных единиц, перешедших между.

Учетная единица – это то, что подсчитывается при наблюдении, для растений за учетную единицу чаще всего принимают одну особь. Но иногда растения, особенно травянистые, так сильно переплетаются между собой, что невозможно разобрать, где кончается одна особь и начинается другая. В таких случаях за учетную единицу можно взять совокупность особей – кочку, куртинку, площадку определенной величины (1 м², 0,5 м², 4м², т.д.), или часть особи – цветоножку, лист, побег, ветку. Учетные единицы должны быть однородными: примерно одного возраста, не поврежденными болезнями или вредителями, без механических изъянов. Некоторая неоднородность допустима, но ее влияние на

результат наблюдений должно быть минимальным. При этом учитывается и цель исследования (Янцер, Терентьева, 2013).

Например, оценивая степень благоприятности экологических условий участка по сезонному развитию березы, наблюдатель не допустит большой ошибки, если будет проводить наблюдения без разделения взрослых деревьев на два вида: береза бородавчатая или пушистая. Поскольку специальным исследованием В.А.Батманова (1967) доказано, что при совместном произрастании, например, на Среднем Урале существенных различий в сезонном развитии одновозрастные особи этих видов берез не дают. Но объединить для поставленной цели в одну совокупность подрост и взрослые березы одного вида уже недопустимо, так как фенологически эти группы объектов наблюдения сильно различаются (Янцер, Терентьева, 2013).

Межа – это сезонное явление, выбранное для наблюдения день экскурсии. Межа представляет собой определенную точку в сезонном развитии учетной единицы и служит разделителем их на две категории: не дошедшие до нее и миновавшие ее. Примерами меж могут быть: начало цветения, массовое осеннее окрашивание листьев, поспел первый плод, конец массовой листопада и др. Названия меж можно брать из фенологических программ, а можно выбирать и самим. Правильный выбор меж имеет очень большое значение. Обычно в момент наблюдения у объекта можно обнаружить сразу несколько меж. Наблюдатель должен уметь выбрать лучшее из возможного. Для этого целесообразно в полевых условиях проводить наблюдения сразу по нескольким межам, а при обработке материала выбрать наиболее показательную. Признаками хорошей меж являются четкость и глазомерность. У наблюдателя не должно быть сомнения, пройдена межа учетной единицей или нет (Янцер, Терентьева, 2013).

Например, четкой межой будет: «Венчик цветка раскрылся». Расплывчатая межа - «Начало пожелтения листьев», т.к. не совсем понятно, что принимать за начало пожелтения. Поэтому ее признак можно сформулировать более четко: «Появление в кроне единичных окрашенных листьев или небольшого

количества отдельных желтых прядей». Глазомерность требует, чтобы межа была яркой, бросающейся в глаза: это ускорит подсчет. По хорошей меже оценка учетных единиц ведется со скоростью счета. мер, захронометрировано, что при компактном расположении объекта один человек осматривает 100 растений березы за 5 минут. В этом плане удачна межа: «Полное опадение листьев». А наблюдения по такой меже, как «Начало роста молодых шишек сосны» весьма трудоемки: во-первых, надо отыскать шишки (а они тяготеют к верхней труднодоступной части кроны); во-вторых, осмотреть каждую, поскольку начала ли она расти, видно только с близкого расстояния (Янцер, Терентьева, 2013).

В полевых условиях наблюдения интегральным описательным методом проводятся следующим образом. На выбранном участке просматривается и оценивается некоторое количество учетных единиц. Просмотр осуществляется без какой-либо тенденции к отбору: здоровые, взрослые учетные единицы оцениваются все подряд. Для деревьев следует просмотреть 50 -100, а для травянистых - 100-300 учетных единиц (удобнее для последующей обработки брать числа, кратные 5 или 10). Важно помнить, чем больше выборка (число просмотренных учетных единиц), тем наблюдение проведено точнее. Каждая учетная единица по ходу просмотра оценивается баллом, «0», если она в своем сезонном развитии не дошла до выбранной межи, и «1», если перешла ее. Для удобства баллы вписывают в квадрат или прямоугольник, поделенный на клетки. Количество клеток равно числу просматриваемых учетных единиц – для каждой учетной единицы - одна клетка. В исследовании наблюдения проводились за развитием следующих меж: Межа 1 - Появление в кроне дерева первых желтых листьев: 0 баллов - дерево зеленое, 1 балл - первые желтые листья; Межа 2 - Начало пожелтения: 2 балла - 10 % всей кроны желтые; Межа 3 - Заметное пожелтение: 3 балла - в кроне более 10%, но менее 50 % желтых листьев (Янцер, Терентьева, 2013).

Проценты не являются величинами, удобными для сопоставления, потому что нарастание процентов происходит неравномерно, с разной скоростью в начале и середине сезонного процесса. Кроме того, при маршрутных исследо-

ваниях, наблюдения на разных участках маршрута могут проводиться в разные дни и сравнение полученных показателей нельзя проводить без введения каких-либо поправок, что довольно трудоемко и увеличивает ошибки наблюдений. В связи с этим проценты учетных единиц целесообразно переводить в более определенные единицы измерения – сутки и привести результаты к одной дате. Последующая обработка сводится к переводу процентов в удобные для сравнения экоаномалии, выраженные в сутках (Янцер, Терентьева, 2013).

Экоаномалия – это отклонение фенологического показателя любого отрезка маршрута от условного фенологического нуля, выбранного для всей территории. За фенологический нуль, от которого вычисляются все экоаномалии, мы принимаем медиану (50%) кривой нормального распределения, предполагая, что изучаемые сезонные процессы по характеру протекания близки к нормальному распределению. Для выбранной межи, по которой проводится сравнение сезонной динамики участков, вычисляется величина среднего квадратического отклонения (σ), которое характеризует размах, растянутость сезонного явления во времени: чем он больше, тем процесс протекает медленнее. Для расчета среднего квадратического отклонения на одном участке наблюдения проводятся повторно через 2–3 дня. Участок, принятый за эталонный, должен иметь плакорное положение в рельефе. Выбор эталонного участка должен быть обусловлен, во-первых, его размещением (типичное местоположение); во-вторых, наличием достаточного количества учетных единиц выбранных объектов, в третьих, возможностью проведения повторных наблюдений (доступность) (Янцер, Терентьева, 2013).

3. Метод комплексных (суммированных) фенологических характеристик - группа описательных методов КФХ. При наблюдении этим методом на территории геокомплекса в пределах учетной феноплощади определяется фенологическое состояние каждого вида сообщества путем оценки его учетных единиц соответственно стандартам. Учетной единицей вида является обычно особь, или то, что может заменить ее при наблюдении: нечто неделимое, обособленное, обладающее всеми видовыми признаками, но более легко

наблюдаемое. Например, вайя у орляка. Если учетная единица имеет один лист (цветок) или их немного, определить ее фенологическое состояние просто. В случае, если на учетной единице множество лист (цветков), то она считается вступившей в очередную фазу при условии, что не менее чем у 25 % появились первые признаки следующей фазы. После определения фенологического состояния отдельных учетных единиц определяется фенологическое состояние вида в целом. На момент наблюдения учетные единицы одного вида могут находиться в разных фенофазах. Необходимо из всех отмеченных фенофаз выделить ту, основную, которая характерна для вида в целом. Процесс вступления учетных единиц вида в фенологическую фазу подчинен закону нормального распределения и характеризуется кумулятивной кривой, интерквартильная область которой (25-75%) является наиболее информативной частью (Янцер, Терентьева, 2013). Поэтому при наблюдении принимается за начало фазы порог 25% и вид считается вступившим в фенофазу, если 25% и более учетных единиц (особей) его обладают признаками фазы. Этот момент характеризует начало массового развития фенофазы и позволяет в определенной мере избежать влияния индивидуальной изменчивости на результаты наблюдения. Таким образом, если на учетной феноплощади у брусники отмечены особи в фазах набухания и проклевывания почек, то фаза проклевывания почек будет считаться основной при условии, что у 25% особей (или больше) почки уже проклюнулись. В этом случае на момент наблюдения брусника считается вступившей в фазу проклевывания почек. В противном случае вид еще находится в фазе набухания почек, и эта основная фаза подлежит учету. В день наблюдения учетные единицы вида могут находиться в трех и более фенофазах одновременно – наступление фенофаз перекрывает друг друга. В этом случае основной фенофазой, характерной для вида в целом и подлежащей учету, считается та, что отмечена у большинства учетных единиц. Наблюдения за сезонным состоянием фитоценоза проводятся на ограниченной учетной площади, однородной по составу растительности и достаточной для характеристики фации. Наблюдения на постоянных учетных площадках – наиболее обычный и распространенный метод, их размер

и форма феноточадей зависят от рельефа местности, от характера растительного сообщества, комплексности растительного покрова и других условий (Янцер, Терентьева, 2013).

Главными критериями выделения учетной фенологической площади (ФП) в исследованиях являются, во-первых, размещение в пределах одной фации, во-вторых – представленность всех видов сообщества. Минимальный размер выбранных площадей в лесных сообществах составляет обычно 100 м². Обследование феноточадей ведется по определенному маршруту и в определенной последовательности, что экономит время и увеличивает точность наблюдений. Наличие готового списка видов в момент наблюдения также сильно облегчает работу на точках. Каждый осмотр объекта дает законченный результат. Это позволяет проводить фенологические наблюдения в любой удобный день. Посещения объектов через 5-7 дней в весенне-летний период и через 7-14 дней в летне-осенний считаются наиболее выполнимыми и достаточными. Особенно это характерно для исследований, охватывающих большие территории, когда ежедневные посещения объектов невозможны (Янцер, Терентьева, 2013).

Для наблюдений используется два процесса развития растений: генеративный и вегетативный (сезонные изменения ассимиляционного аппарата первой весенней генерации).

Согласно инструкции В. А. Батманова, для каждого процесса Е. Ю. Терентьевой (2000) составлен свой феностандарт. Стандарт представляет собой ряд последовательно сменяющихся друг друга фенофаз. Каждой фенофазе присвоен цифровой балл (таблица 3). Для вегетативного цикла феностандарт состоит из девяти фенофаз, а для генеративного – из десяти. Стандарты отражают сезонное развитие не всех систематических групп растений (для покрытосеменных и высших споровых).

Таблица 3 - Фенологический стандарт вегетативного процесса развития растений

Балл	Обозначение	Название фенофаз	Характеристика фенофазы
0	-	Зимний покой	почки имеют «зимний» вид
1	иб	Набухание почек	почки древесных пород увеличились в размере, возможны зеленые просветы между чешуями
2	пр	Проклевывание почек	у почек древесных пород появляются конусы зеленых листочков; появляются проростки у травянистых
3	рх	Расхопливание почек	листочки разъединились, но не расправились
4	з	Зеленение	листочки расправились, но маленького размера и светло-зеленые, рост листьев
5	мл	Молодая листва	листья нормального размера, но еще светло-зеленые
6	лв	Летняя вегетация	листья темной летней окраски
7	но	Начало окрашивания	окрашенных листьев менее 25%
8	мо	Массовое окрашивание	окрашенных листьев 25 - 75%
9	ко	Конец окрашивания	окрашенных листьев более 75%
10	пг	Поствегетативная	полное отмирание (опадение) листвы

Таблица 4 - Фенологический стандарт генеративного процесса развития растений

Балл	Обозначение	Название фенофазы	Характеристика фенофазы
1	2	3	4
0	-	Предгенеративная	Бутонов нет
1	б1	Начало бутанизации	С момента появления первых бутонов; бутоны маленькие, зеленые
2	б2	Массовая бутонизация	С момента появления первых бутонов, достигших нормальной величины, окрашивающих
3	ц1	Начало цветения	С момента появления первых раскрывшихся цветков; цветков меньше, чем бутонов
4	ц2	Массовое цветение	Цветков больше, чем бутонов (одновременно могут регистрироваться и бутоны, и раскрытые цветки, и отцветшие цветки, но раскрытые, как правило, преобладают)
5	отц 1	Начало отцветания	Появляются отцветшие цветки, но не отцветшие цветки все еще преобладают. Бутонов нет
6	отц 2	Массовое отцветание	Отцветшие цветки преобладают, неотцветших мало или нет совсем

1	2	3	4
7	п1	Завязывание плодов и семян	Плоды зеленые и не достигли нормальной величины
8	п2	Созревание плодов и семян	Плоды нормальной величины, окрашиваются
9	р.с.1	Начало рассеивания плодов и семян	Все плоды созрели, первые рассеиваются
10	р.с.2	Массовое рассеивание плодов и семян	Рассеивается большинство плодов
11	р.с.3	Конец рассеивания плодов и семян	Большинство особей без плодов, рассеиваются последние плоды у последних особей
12	п.г.	Постгенеративная	Плодов и семян нет

Результаты наблюдений регистрируются в бланке обследования.

4. Первичный метод индикаторов урожайности. Методы характеризует вещественный показатель фенологического состояния объекта в данный день на обследуемой территории. К вещественным показателям фенологического состояния объекта, кроме урожая в обычном понимании этого слова (плодов, семян и т. п.), относятся и самые различные морфометрические параметры растений, например, размеры листьев, стеблей, корней и др. К ним же надо причислять и вещественные показатели, характеризующие фенологическое состояние объектов неорганической природы. Например, высоту снежного покрова, глубину промерзания и оттаивания почвы, температуру. Методы этой группы разработаны теоретически достаточно слабо. При работе первичным методом индикаторов урожайности, как правило, пользуются различными шкалами глазомерных оценок (Янцер, Терентьева, 2013).

Для примера приведем шкалу глазомерной оценки обилия цветения, помещенную в книге «Фенологические наблюдения (организация, проведение, обработка): Унифицированное руководство для добровольной фенологической сети»:

0 – В год наблюдений растение не цвело.

1 – Цветение очень слабое. Цветки имеются лишь у отдельных растений данного вида.

2 – Цветение слабое. Небольшое количество цветков у многих растений данного вида.

3 – Цветение среднее. Умеренное количество цветков у многих растений данного вида.

4 – Цветение хорошее. У большинства растений много цветков.

5 – Цветение очень хорошее. Очень большое количество цветков у подавляющего большинства растений данного вида (оценка производится в период разгара цветения).

Подобные шкалы составлены для оценки плодоношения ягодников, урожая шишек, плодов и семян древесных пород и кустарников, урожая съедобных грибов и т. д. В практике экологических исследований широкое распространение получила глазомерная оценка урожая по шкале В.Г. Каппера (1930), несколько видоизмененная А.Н. Формозовым (1934) (Янцер, Терентьева, 2013):

0 - неурожай (шишек, плодов или семян нет).

1 - очень плохой урожай (шишки, плоды или семена имеются в небольших количествах на опушках и на единично стоящих деревьях в ничтожном количестве).

2 - слабый урожай (довольно удовлетворительное и планомерное плодоношение на свободностоящих деревьях и по опушкам, слабое - в насаждениях).

3 - средний урожай (довольно значительное плодоношение на опушках и свободностоящих деревьях и удовлетворительное в средневозрастных и спелых насаждениях).

4 - хороший урожай (обильное плодоношение на опушках и свободностоящих деревьях и хорошее в средневозрастных и спелых насаждениях).

5 - очень хороший урожай (обильное плодоношение как на опушках и свободностоящих деревьях, так и в средневозрастных и спелых насаждениях).

При работе этим методом не производится подсчетов и измерений, урожай, как видно из приведенных шкал оценивается весьма приближенно.

5. Интегральный метод индикаторов урожайности. Интегральный метод индикаторов урожайности значительно более точный. Подобно интеграль-

ному описательному методу, его можно назвать методом суммированного отчета. Результат проведенного наблюдения складывается как обобщение определенного числа ответов на поставленный вопрос. Например, показателем является высота стебля травянистого растения. На участке измеряется высота у определенного (n-ного) числа растений. Рекомендуется для подобных целей исследовать не менее 100 учетных единиц (чем больше выборка, тем точнее результат, кроме того, большее количество учетных единиц позволит в некоторой степени избежать влияния внутривидовой изменчивости признака).

Основные параметры выбранного для наблюдений вещественного показателя - его средняя арифметическая величина и мера ее изменчивости. Средняя высота рассчитывается суммированием всех величин и делением на общее количество наблюдаемых единиц (Янцер, Терентьева, 2013).

Важным показателем, делающим сравнимой величину изменчивости самых различных единиц, является коэффициент вариации. Он характеризует отношение среднего квадратического отклонения к своей средней арифметической, выраженное в процентах. Существуют разные уровни изменчивости признаков, чем ниже уровень изменчивости, тем надежнее, точнее феноуказатель, тем меньше можно брать n для получения одинаковой точности наблюдения.

Средние ошибки при работе данным методом нужны для установления математической достоверности различий, например, при сравнении двух участков и пр. Вычисляется показатель существенности разницы, который затем сравнивается с критерием надежности, и делаются определенные выводы (Янцер, Терентьева, 2013).

6. Методы экометрической группы. Сущность методов экометрической группы заключается в определении значения элемента места при заданных значениях времени и фенологического состояния объекта. Исследователь выявляет, где на данное число объект находится в определенном фенологическом состоянии. Практически при работе экометрическими методами территория разбивается на зоны с разным фенологическим состоянием объекта. В. А. Батманов предложил трактовать название данной группы методов так: «Территорию

среды измеряю». Методы данной группы делятся на два блока: экометрический первичный и экометрический интегральный. В настоящем разделе мы остановимся на краткой характеристике первичного экометрического метода, т.к. экометрический интегральный из-за своей сложности и трудоемкости не может быть рекомендован для использования при проведении фенологических наблюдений (Янцер, Терентьева, 2013). Основная задача элементарного наблюдения при первичном экометрическом методе заключается в нахождении точки x , лежащей на предельной линии, разграничивающей точки и с различным фенологическим состоянием объекта. Допустим, что исследование проведено в двух точках. В одной из них объект находится в фенологическом состоянии a , а в другой – в состоянии b . На прямой, соединяющей точки a и b , мы должны найти точку x , которая относится к линии, разбивающей территорию на зоны с различным фенологическим состоянием объекта (в нашем примере на зону точек a и зону точек b). Не имея информации о том, что располагается между a и b , мы допустим наименьшую из возможных максимальных ошибок, если предположим, что искомая точка x лежит в середине интервала ab :

$$a \text{-----} x \text{-----} b$$

Чем меньше расстояние между точками обследования, тем точнее наблюдение. Результат одного элементарного наблюдения не позволяет разделить территорию на зоны с различным фенологическим состоянием объекта. Для зонирования необходима система элементарных наблюдений, которая осуществляется путем проведения экометрических съемок. Они могут быть сплошными и маршрутными (Янцер, Терентьева, 2013).

Сплошные съемки возможны только при равномерном распространении объекта, объектами для сплошных съемок могут быть снег, почва; растения (при равномерном распространении по всей территории и в большом количестве), точки обследования располагаются в геометрическом порядке на одинаковом расстоянии друг от друга.

Маршрутные съемки проводятся при неравномерном распространении объекта по территории, но все-таки в достаточном количестве, объекты наблю-

дений (растения, гнезда птиц, снежный покров), расположение точек обследования обуславливается выбранным маршрутом и встречаемостью объекта.

Во время проведения съемки в полевых условиях заполняется дневник съемки, в котором записываются результаты наблюдений в каждой точке, и абрис съемки, где показывается в масштабе взаимное расположение точек. Лучше, если для этих целей имеется топографическая основа. Название «точка» и данном случае условно. Точкой при экометрических съемках может быть и целый участок, если наблюдения во время съемки проводятся интегральными методами (описательным и индикаторов урожайности), т. е. под ней подразумевается та площадь, с которой взят один отсчет фенологического состояния изучаемого объекта (Янцер, Терентьева, 2013).

Камеральная обработка полевых материалов состоит из нескольких этапов, наблюдения в точках по маршруту проводятся с *качественной оценкой* фенологического состояния объекта. Сначала на абрис около каждой точки наносится результат наблюдения: например, фенологическое состояние *a* или *b*, затем соседние точки соединяются прямыми линиями, и каждая пара анализируется. Задачей каждого элементарного наблюдения при первичном экометрическом методе является нахождение предельной точки *x*, лежащей на линии, разграничивающей территорию на зоны с различным фенологическим состоянием объекта. Типичная система элементарных наблюдений - найти не одну точку *x*, а все возможные. По нуль-гипотезе, точки *x* лежат в серединах интервалов, получившихся между точками обследования, затем точки соединяются и образуют искомую предельную линию, разбивающую территорию на две зоны с различным фенологическим состоянием объекта. Полученные зоны заштриховывают или раскрашиваются в соответствии с выбранными условными обозначениями (Янцер, Терентьева, 2013).

Количественные показатели выражаются в виде цифр. Например, основные этапы камеральной обработки на примере фрагмента сплошной съемки по высоте снежного покрова. В полевых условиях промеры глубины снега определяются снегомерной рейкой с точностью до 1 см. Расстояние между участника-

ми съемки, как и между промерными линиями во время проведения исследования рекомендуется соблюдать в пределах 5 м. Фактический материал в поле наносится на абрис. Здесь же отмечаются особенности растительности (кустарники, кустарнички), выходов горных пород, особенностей микрорельефа и др. В камеральных условиях необходимо определить максимальную амплитуду показателей, т.е. оценить цифровой разброс результатов промеров. Так, наименьшая высота 12 см, наибольшая – 72 см. Для разбивки территории на зоны надо выбрать значения изолиний. Обычно для удобства обработки и анализа их выбирают кратными 10 или 5. В нашем примере целесообразно взять изолинии 20, 30, 40, 50, 60 и 70 см (Янцер, Терентьева, 2013). Проведение изолиний, соединяющих точки с одинаковой высотой снежного покрова, осуществляется методом интерполяции, т.е. предполагается, что высота снежного покрова от точки к точке изменяется равномерно. На самом деле это далеко не так. Однако мы не имеем никакой информации по этому поводу, поэтому принимаем условие равномерности изменения высоты снега. Например, между точками 12 и 35 можно провести изолинии 20 и 30, различия по высоте снега в этих точках составляют 23 см. Отрезок на абрисе делим на 23 равные части. На отрезке находим значения 20 и 30. Таким образом анализируется каждая пара точек промеров. Проводя изолинию, следует помнить, что цифровой показатель мы относим к середине квадрата, и что по одну сторону располагаются значения, больше ее величины, а по другую – меньше. Изолиниями территория разбивается на зоны с разной высотой снежного покрова. Зон всегда будет на одну больше, чем значений изолиний. После проведения изолиний на абрисе необходимо перенести получившиеся данные на белый лист (простым карандашом подписать значения изолиний). Последним этапом обработки результатов съемки является составление шкалы высоты снега и раскраска или штриховка карты в соответствии с ней. Можно брать цветовую гамму по принципу: чем меньше мощность снега, тем темнее. Завершаем оформление схемы подписью названия – в верхней центральной части листа с указанием места съемки и даты. Направление север-юг указываем в верхнем левом углу, в нижнем правом углу – масштаб.

Только после завершения оформления можно анализировать полученные результаты (Янцер, Терентьева, 2013).

Для определения и обозначения фенофаз наиболее часто применяют специальные обозначения:

Фенофаза (фенологическое состояние или фенологическая фаза (от греч. «*файно*» - являю и «*логос*» - учение)) - сезонная фаза развития растений на момент их описания. Смена фенофаз происходит в строгой последовательности, что позволяет, с учетом хода метеорологических условий в данной местности, планировать сроки сенокоса, сбора лекарственных растений, ягод и т.д. Для обозначения фенофаз используют специальные обозначения (табл. 5).

Таблица 5 - Обозначения фенологических фенофаз растений (по В.В. Алехину)

Условные обозначения	Буквенные сокращения	Фазы вегетации
—	Вег.1	Вегетация до плодоношения
V	Бут.	Бутонизация, колошение
O	Цв.	Цветение
●	Пл.	Плодоношение
#	Вег.2	Вегетация после плодоношения
~	Отм.	Отмирание

4. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОФОРМЛЕНИЮ КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ ДЛЯ СТУДЕНТОВ ЗАОЧНОГО И ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ

Согласно учебному плану для направления подготовки 35.04.09 – Ландшафтная архитектура, формой промежуточной аттестации изучаемой дисциплины является зачет. Контрольная работа студента заочного обучения может быть: 1. сдана студентом лично методисту заочного обучения Иркутского ГАУ, ведущему преподавателю; 2. отправлена почтой России на адрес Иркутского ГАУ по адресу: 664038, Иркутская область, Иркутский район, пос. Молодежный, главный корпус Иркутского ГАУ, методисту заочного обучения агрономического факультета.

Контрольная работа студента заочного обучения с элементами дистанционного обучения может быть отправлена специалисту по учебно-методической работе Центра заочного обучения Иркутского ГАУ электронной почтой по адресу: e-mail: do@igsha.ru (664038, Иркутская область, Иркутский район, п. Молодежный, ИрГАУ, каб.342 (ЦЗО), тел./факс 8 (3952) 237-656, 89834676869 www.irgsha.ru).

Студенты заочного обучения на занятиях прослушивают курс лекций, посещают лабораторно-практические занятия. В период экзаменационной сессии студенты обобщают и углубляют свои знания. При подготовке к экзамену студенту необходимо овладеть теоретическим и практическим материалом. Во время сессии и в межсессионный период студентам даются консультации по интересующим вопросам. При самостоятельной работе в межсессионный период, а также во время сессии необходимо пользоваться учебной литературой.

Лекция – одна из организационных форм обучения и один из методов обучения традиционна для высшего образования, где на ее основе формируются курсы по многим предметам учебного процесса. Лекция входит органичной частью в систему учебных занятий и должна быть содержательно увязана с их комплексом, с характером учебной дисциплины, с учебным предметным кур-

сом. Поэтому при подготовке лекций преподаватель должен руководствоваться государственным образовательным стандартом, примерной программой дисциплины (при наличии), действующим учебным планом. Тематика лекций должна по содержанию и объему соответствовать перечисленным документам. Лекция – экономный по времени способ сообщения слушателям значительного объема информации. Лектор должен постоянно совершенствовать содержание лекции, руководствуясь следующими требованиями: целостность, систематичность и доступность изложения материала; выделение и акцентирование главных положений; логическая связь излагаемого материала с ранее изложенным; реализация всех дидактических принципов с учетом этой формы обучения; структурно-логическая взаимосвязь излагаемого материала с положениями других дисциплин; четкое фиксирование заключительных положений. Особое место в лекции занимает использование элементов проблемности. Для этого при подготовке к лекции следует подобрать риторические вопросы для обращения к студентам, которые оживляют лекцию, создают контакт с аудиторией, привлекают внимание студентов к излагаемому материалу и повышают его усвоение. При подготовке лекций и их чтении надо четко представлять и различать две стороны педагогического процесса – учебную и воспитательную. Процесс обучения – это процесс воздействия на интеллект студента. Процесс воспитания – процесс воздействия на волю, эмоции, эстетические чувства и мораль студента. Воспитывающее действие педагогического процесса на студента складывается из двух моментов: с одной стороны, лектор может развивать интеллект своего слушателя, меняя соответствующим образом метод преподнесения материала; с другой стороны, педагогический процесс, осуществляемый лектором, в целом сказывается в формировании личности студента и его отношении к данной дисциплине. Поэтому при чтении лекций надо развивать у студентов способность к самостоятельному мышлению, к освоению идей и методов, составляющих фундамент дисциплины.

Лабораторно-практические занятия - один из видов самостоятельной практической работы учащихся в высшей, средней специальной и общеобразо-

вательной школе: имеют целью углубление и закрепление теоретических знаний, развитие навыков самостоятельного экспериментирования. Включают подготовку необходимых для опыта (эксперимента) приборов, оборудования, реактивов и др., составление схемы-плана опыта, его проведение и описание. Широко применяются в процессе преподавания естественнонаучных и технических дисциплин. Лабораторно-практические занятия должны помочь студенту правильно организовать самостоятельную работу, помочь усвоить и закрепить теоретический материал, приобрести навыки в решении задач. Успешное проведение лабораторно-практических занятий обеспечивается высокой степенью теоретической подготовленности преподавателя и высоким уровнем его педагогического мастерства. Чтобы подготовить отдельное лабораторно-практическое занятие, преподаватель должен в первую очередь четко сформулировать тему занятия, в соответствии с ней выбрать ту или иную форму его проведения, продумать форму проверки домашнего задания, опроса студентов по теоретическому материалу, найти средства стимулирования их работы. Выбор формы и методов проведения практического занятия диктуется темой текущего занятия. Однако, как бы ни было оно построено, его составными частями является разбор домашнего задания, повторение теоретического материала, решение задач, подведение итогов, задание очередной домашней работы. Различным сочетанием этих составных частей, воплощением в той или иной форме, и определяется структура лабораторно-практического занятия. Исключением в смысле построения является первое лабораторно-практическое занятие, где студентам нужно перечислить разделы данного курса, познакомить с предъявляемыми требованиями и с формами отчетности для получения зачета, рекомендовать определенные сборники задач, дать советы для правильной организации самостоятельной работы. Лабораторно-практическое занятие, даже хорошо построенное, пройдет с оптимальной пользой для студентов лишь тогда, когда к нему готовятся и они. Поэтому на таких занятиях реализуется проверка домашнего задания и теоретической подготовленности студентов. Для активной творческой работы студентов преподавателю следует проводить заня-

тие в темпе, удовлетворяющем большую часть аудитории; установить с ней контакт; стремиться дополнить с помощью задач лекционный материал; рассматривать кроме стандартных нешаблонные приемы решения задач; давать дополнительные задачи студентам, которые справляются с основным заданием быстрее других.

Самостоятельная работа над учебником. Самостоятельная работа над учебником начинается со времени получения студентом методических указаний с заданием и рекомендуемой литературы. Для работы в межсессионный период и выполнения контрольных работ и заданий следует иметь один из учебников из списка основной литературы. Дополнительная литература используется в случае краткого изложения материала к основной литературе. Знакомство с учебником начинается с оглавления и введения, которые дают возможность выявить специфику учебника, раскрывают последовательность изложения материала. Кроме того, нужно обратить внимание на наличие в большинстве учебников указателей ботанических терминов, помещенных в конце учебника. Изучить ботанику нужно по программе. Каждую тему нужно разбить на мелкие разделы, также как это сделано в контрольных вопросах, и кратко законспектировать соответствующие разделы в тетрадь. Записи полезно иллюстрировать рисунками, схемами с обозначениями. Особенностью ботаники является наличие большого количества терминов, многие из них латинского происхождения. Термины желательно выписывать в отдельную тетрадь и давать им краткие пояснения. Подобные рабочие тетради окажут большую помощь при выполнении контрольных работ в период сессии. Для самопроверки следует использовать контрольные вопросы, помещенные после заданий для контрольных работ. После изучения программного материала следует приступить к выполнению контрольных работ, согласно указанным вариантам.

Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся. Методика обучения в образовательной организации высшего образования должна быть направлена на то, чтобы научить студента умению самостоятельно приобретать и пополнять знания, оригинально мыслить и при-

нимать самостоятельные решения при консультирующей, направляющей роли преподавателя. Основными видами СРС являются: изучение отдельных разделов или тем теоретического материала дисциплины по учебной литературе и компьютерным обучающим программам, подготовка к ПЗ, выполнение домашних расчетно-графических заданий, домашних контрольных работ, самоконтроль уровня знаний по учебным дисциплинам. Задачи, которые реализуются в ходе выполнения СР: интеллектуальное развитие личности и активная познавательная деятельность студента; закрепление знаний о современных тенденциях развития науки, техники и производства; формирование умений и навыков поиска и обработки необходимой учебно-научной информации; конспектирование и реферирование научной и учебной литературы; практическое применение знаний, полученных в процессе аудиторных занятий и необходимых для решения задач по специальности; обеспечение оптимального сочетания групповых и индивидуальных видов деятельности студентов с учетом подготовленности, интересов и индивидуальных способностей каждого из них. Рациональная организация СРС является одним из основных резервов повышения качества подготовки специалистов. Она включает планирование объема, содержания, графика выполнения и контроля СРС, а также методическое и материально-техническое обеспечение. Эффективность СРС по дисциплине зависит в значительной степени от качества планирования и организации этой работы на кафедре. При планировании самостоятельной работы по дисциплине рекомендуется придерживаться следующих основных принципов:

1. Трудоемкость выполнения каждой работы должна быть согласована с часами, выделенными на эту работу на предыдущем этапе.

2. Сложность различных вариантов заданий так же, как и трудоемкость их выполнения, должна быть примерно одинаковой.

3. Задание на самостоятельную работу каждому студенту должно быть индивидуальным, т.е. не должно быть двух абсолютно одинаковых вариантов задания.

4. В задании должна быть четко определена задача, стоящая перед студентами. Основными элементами организации СРС является контроль за ходом ее выполнения и осуществление систематической консультации студентов. Эффективная организация СРС возможна только при наличии в достаточном количестве учебников, учебных пособий, методической литературы.

Требования к выполнению контрольных работ. На обложке контрольной работы должен быть титульный лист. Образец титульного листа:

Министерство образования и науки Российской Федерации
Министерство сельского хозяйства Российской Федерации
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
Иркутский государственный аграрный университет имени А.А. Ежевского
Агрономический факультет
Кафедра ботаники, плодоводства и ландшафтной архитектуры

Специальность _____

Курс _____

Шифр _____

Студент _____

Ф.и.о. (полностью)

Контрольная работа

По _____

Укажите дисциплину

Дата регистрации _____

Методистом или кафедрой

Молодежный – 20 ____ г.

На первой странице работы необходимо еще раз написать номер задания и номер варианта, далее следует последовательно излагать вопросы и ответы, приводить рисунки, схемы и др. там, где они требуются.

Вариант контрольной работы определяется по таблице 1.

Студент выполняет номера контрольных вопросов, указанные в клетке, соответствующей его шифру (индивидуальному номеру зачетной книжки студента), причем по горизонтали берется последняя цифра, а по вертикали – предпоследняя. Для каждой работы указаны вопросы, помещенные после таблицы.

Вопросы контрольного задания следует переписывать внимательно. Каждый вопрос должен быть пронумерован и четко отделен от ответа, причем сначала ставится номер вопроса, а затем номер, взятый из таблицы. Например, 1(15), 2(10), 3(21) и др. Нельзя переписывать сразу все вопросы. После каждого вопроса должен быть четкий, достаточно полный ответ, изложенный своими словами, а не переписанный дословно с учебника или с интернет сайтов.

В конце работы указывается список использованной литературы в алфавитном порядке. Номера страниц должны быть пронумерованы. Работа должна быть написана последовательно и грамотно. После проверки работа может быть возвращена студенту для доработки с учетом замечаний и требований рецензента.

Каждый студент должен выполнить следующие задания:

1. Ответить на вопросы, указанные в таблице 1 (согласно шифру - индивидуальному номеру зачетной книжки студента):

Таблица 1 – Номера вопросов контрольной работы

Предпоследняя цифра	Последняя цифра									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1,8,15	2,9,16	3,10,17	4,11,18	5,12,19	6,13,20	7,14,21	8,15,22	9,16,23	10,17,24
1	11,18,25	12,19,26	13,20,27	14,21,28	15,22,29	16,23,30	17,24,31	18,25,1	19,26,2	20,27,3
2	21,28,2	22,29,3	23,30,4	24,31,21	25,1,20	26,2,19	27,3,18	28,4,17	29,5,16	30,6,15
3	31,7,1	1,8,22	2,9,22	3,10,23	4,11,24	5,12,25	6,13,26	7,14,27	8,15,28	9,16,29
4	10,17,21	11,18,23	12,19,24	13,20,25	14,21,26	15,22,27	16,23,30	17,24,31	18,25,13	19,26,14
5	20,27,5	21,28,6	22,29,7	23,30,8	24,31,9	25,1,10	26,2,11	27,3,12	28,4,11	29,5,12
6	30,6,13	31,7,14	1,8,15	2,9,16	3,10,17	4,11,18	5,12,19	6,13,20	7,14,9	8,15,10
7	9,16,28	10,17,29	11,18,30	12,19,31	13,20,1	14,21,2	15,22,3	16,23,4	17,24,8	18,25,7
8	19,26,5	20,27,6	21,28,7	22,29,8	23,30,9	24,31,10	25,1,11	26,2,4	27,3,5	28,4,6
9	29,5,12	30,6,13	31,7,14	1,8,15	2,9,16	3,10,17	4,11,18	5,12,3	6,13,2	7,14,1

Вопросы по дисциплине

1. Фенологию как наука, определение, цели, объекты и задачи изучения.
2. Практическое значение фенологии?
3. Почему фенология делится на общую и частную? В чем существенное различие этих двух направлений?
4. Выпишите в тетрадь определение основных понятий, используемых в фенологии.
5. Кто из ученых является основоположником научной фенологии?
6. Каково значение трудов М. Реомюра и К. Линнея для развития фенологии?
7. Перечислите имена ученых, внесших вклад в развитие фенологических исследований в России.
8. Какова роль теоретика и практика В.А. Батманова в разработке учения о сезонном развитии природы?
9. Каково современное состояние и перспективы развития фенологии.
10. Дайте определение понятий «фенологическая (естественная) периодизация», «фенологические (естественные) сезоны».
11. В чем состоит отличие фенологической периодизации от гражданского календаря?

12. Какие критерии лежат в основе фенопериодизации? В чем выражается их взаимосвязь?
13. Как изменяется структура естественных сезонов на разных широтах Земного шара?
14. Какие температурные показатели используются учеными для проведения границ фенологических сезонов?
15. Приведите примеры феноиндикаторов для разных сезонов года или их этапов.
16. Назовите авторов моделей фенопериодизации для разных географических регионов России
17. Классификация фенологических методов по В.А. Батманову?
18. Назовите примеры показателей фенологического состояния объекта.
19. Объясните, почему первичный метод группы регистраторов срока называется классическим? Каковы его основные достоинства и недостатки.
20. В чем сущность методов описательной группы? Какой из них является более точным? Ответ аргументируйте.
21. Каковы особенности методов группы индикаторов урожайности? В чем состоят недостатки методов данной группы?
22. Различия в технологии оформления результатов экометрической съемки с качественной и количественной оценкой феносостояния объекта?
23. Какие изменения в структуре и продолжительности сезонов происходят при движении от субтропиков к полюсам? С чем они связаны?
24. Какие фенолого-географические закономерности позволяют выявить широтный и долготный фенологические градиенты? Почему они меняют свои значения по сезонам года?
25. Почему по мере увеличения континентальности климата на одной и той же широте весна и лето начинаются позже, а осень и зима раньше?
26. В чем проявляются различия в сезонной динамике по долготе? Чем они вызваны?

27. Объясните причины и приведите примеры изменения продолжительности и сроков наступления сезонов при подъеме в горы.

28. С чем связаны разные скорости продвижения явлений по горным склонам в разные сезоны года?

29. Как экспозиция и крутизна склонов влияют на протекание сезонной динамики растительности? Приведите подтверждающие примеры.

30. Особенности изучения фенологических закономерностей в биологии? Ответ обоснуйте.

31. Какие методы фенологических наблюдений наиболее перспективны для применения в работе? Ответ обоснуйте.

ГЛОССАРИЙ

Гекистотермы – холодовыносливые организмы с порогом жизнедеятельности, близким к 0°.

Зоофенология - фенологию животных.

Ихтиофенология - фенология рыб.

Мегатермы – организмы с нижним порогом жизнедеятельности выше +15°.

Межа – это сезонное явление, выбранное для наблюдения день экскурсии.

Мезанты - зацветают одновременно с распусканием листьев (береза, дуб, клен, крыжовник, бузина черная и др.).

Мезотермы – организмы с нижним порогом жизнедеятельности около +10°.

Микротермы – организмы с нижним термическим порогом жизнедеятельности около +5°.

Метанты - зацветают после распускания листьев, этот порядок остается постоянным при всех возможных на Земле режимах погоды (шиповник, липа, боярышник обыкновенный, калина, жимолость, сирень).

Общая фенология - раздел фенологии, изучающий общие фенолого-географические закономерности и фенологию «целостной» природы.

Орнитофенология - фенология птиц.

Прикладная фенология - изучает применение теоретических знаний о сезонной динамике и методах фенологических исследований в практической деятельности человека.

Проанты - растения с чередованием генеративных и вегетативных фаз, например, зацветающие до распускания листьев (мать-и-мачеха и др.).

Смена сезонных аспектов - выбор параметров при использовании фенологического критерия.

Теоретическая фенология - опирается на общую и частную фенологию и непосредственно занимается изучением закономерностей сезонного развития природных комплексов на разных уровнях (порядках размерности).

Учетная единица – это то, что подсчитывается при наблюдении, для растений за учетную единицу чаще всего принимают одну особь.

Факторы сезонной динамики природы - процессы, оказывающие существенное или заметное влияние на сроки наступления сезонных явлений природы.

Феноаномалия - отклонение срока наступления явления в конкретном году от средних многолетних, выраженное в сутках.

Феноиндикаторы - заметные сезонные явления.

Фенология - система знаний о сезонных явлениях природы, о сроках их наступления и причинах, определяющих эти сроки.

Фенологический интервал - длительность периода между двумя сезонными явлениями.

Фенофаза - сезонная фаза развития растений на момент их описания.

Фитофенология - фенология растений.

Частная фенология - изучает сведения о сроках сезонных проявлений жизнедеятельности определенных объектов, о сроках прохождения отдельных фаз развития, например, у насекомых или растений.

Экзогенные факторы – внешние факторы (сезонный ход солнечной радиации, термический (температурный) режим и режим влажности и др.).

Эндогенные факторы – внутренние факторы, определяемые наследственно закрепленными эндогенными свойствами самого организма.

Экоаномалия – это отклонение фенологического показателя любого отрезка маршрута от условного фенологического нуля, выбранного для всей территории.

Энтомофенология - фенология насекомых.

Список литературы

1. Виньковская, О. П. Фенология : методические указания и задания к контрольной работе для студентов заочной формы обучения по направлению 35.03.01 – Лесное дело / О. П. Виньковская ; Иркут. гос. аграр. ун-т им. А. А. Ежевского. – Молодежный : Изд-во ИрГАУ, 2020. – 27 с.

2. Янцер, О.В. Общая фенология и методы фенологических исследований: учебное пособие для студентов геогр.-биол. фак. / О.В. Янцер, Е.Ю. Терентьева. – Екатеринбург: Изд-во УрГПУ, 2013. –218 с.

Редактор Тесля В.И.

Лицензия ЛР № 070444 от 11.03.98 г.

Подписано к печати _____ 2024 г.

Формат 60x84

Тираж 100 экземпляров

Отпечатано на ризографе Иркутского ГАУ
664038, Иркутск, пос. Молодежный Иркутский ГАУ