

Муниципальное бюджетное учреждение дополнительного образования
"Эколого-биологический центр имени С.Ю. Соколова" г. Сочи

*Методические рекомендации
по организации исследовательской
деятельности обучающихся
на учебно-опытных участках агропарка*

Оглавление

1. Как правильно подготовить опыт по растениеводству: теоретические и практические советы	2
2. Рекомендации по проведению учётов на учебно-опытном участке	11
3. Фенологические наблюдения за древесно-кустарниковыми растениями.....	25
4. Использование смартфона при макросъёмке	38

1. Как правильно подготовить опыт по растениеводству: теоретические и практические советы

Глоба-Михайленко И. Д.

Вам предложили заняться исследовательской деятельностью. Попытаться сделать первый шаг в мир науки, сделать пусть маленькое, но открытие.

Возникает два вопроса. Первый: С чего следует начать? Второй: Как её правильно делать? Попробуем ответить на оба эти вопроса.

С чего надо начинать?

Неправильным будет, если, решив провести эксперимент, вы сразу начнёте высаживать растения на участке или проводить измерения чего-либо. Не стоит спешить. Начинать следует с выбора темы и правильной её формулировки.

Выбор темы исследования по сравнению с самим исследованием занимает совсем немного времени, что не отменяет значимости этого этапа работы. Ведь только при условии нахождения актуальной темы научные изыскания имеют смысл.

Ориентировочно можно выделить три основных требования, которым должна отвечать тема опыта:

- актуальность для местного сельскохозяйственного использования (в личном подсобном и фермерском хозяйстве);
- новизна темы, и интерес к ней;
- доступность методики и лёгкость техники постановки опыта.

Чтобы отойти от шаблонности, вы можете немного видоизменить тему из предложенного списка. Скорректируйте ее в соответствии с изменившейся ситуацией в этой области, предложите ракурс для анализа, который актуален именно в данное время.

Поскольку они довольно стандартны и наверняка уже были не раз использованы вашими предшественниками, подумайте, сможете ли вы внести ощутимый вклад в изучение вопроса. Просмотрите уже написанные работы и подберите новый подход для освещения проблемы.

Методические основы постановки научного эксперимента

Первое, с чего начинается любой опыт и от чего зависит его успех— это правильно выбранная методика. Методика позволяет вам правильно, без лишних затрат времени, материалов и ресурсов получить наиболее достоверный (то есть наиболее соответствующий действительности) результат. Методики – это совокупность способов, методов, приёмов для систематического, последовательного, наиболее целесообразного проведения научно-исследовательской (да и не только исследовательской) работы.

Классификация опытов

В зависимости от условий, целей и задач, стоящих перед вами, объектов и предметов исследования, используют три основных метода: лабораторный, вегетативный и полевой.

Лабораторные опыты проводятся в лабораторных условиях. Например, надо изучить, как изменяется содержание доступной растениям воды в почве в связи с изменением ее плотности или как будет изменяться кислотность почвы при внесении различных доз удобрений. Изучаются различные почвенные процессы. В подобных опытах часто не предусмотрено работы с целым растительным организмом. Чаще всего это семена или отдельные части (ткани) растения (культура *in vitro*).

Лабораторные опыты требуют сложного оборудования, химических реактивов, высокую квалификацию людей, проводящих опыт, что возможно только в научно-исследовательских институтах или агроВУЗах. Их проводят в искусственных условиях в лаборатории, фитотроне (специальной комнате, где можно по желанию изменять влажность, температуру воздуха или почвы, интенсивность и продолжительность освещения), термостате (устройстве, где поддерживается постоянная температура и т.д.).

Экспериментальной единицей служит пробирка, чашка Петри и т.п. Внимание! Лабораторные эксперименты следует отличать от лабораторных анализов!

Вегетационные опыты также проводят с целыми растениями, в искусственных условиях (в вегетационных сосудах, в теплицах, оранжереях, вегетационных домиках, в фитотронах), регулируемых экспериментатором. Искусственные условия дают возможность выявить значение того или иного условия выращивания в возможно более чистом виде (исключив влияние всех остальных), что в сложной природной обстановке сделать нельзя. Этим методом изучают, например, значение почвенных элементов в питании растений, влияние отдельных факторов внешней среды (например, продолжительности светового дня, влажности воздуха, загрязнённости воздуха) и т.д.

Экспериментальными единицами служат сосуды, заполняемые раствором или каким-либо субстратом. В тепличных опытах и при светокультуре экспериментальными единицами служат деланки или грядки или стеллажи,

Этот метод также требует (хоть и в меньшей степени) специального оборудования и высокой квалификации исследователей, но в отдельных случаях (например, в опытах с питательными элементами) может быть использован в экспериментах в школе.

Полевой опыт — основной метод изучения различных вопросов полеводства в естественных (природных) условиях. Он проводится на специально выделенном участке в целях установления влияния условий или приемов возделывания на урожай сельскохозяйственных растений и его

качество. Его особенность состоит в том, что культурное растение изучается вместе со всей совокупностью почвенных, климатических, агротехнических, а часто и в условиях, очень близких к производственным или непосредственно в производственных условиях.

При помощи этого метода испытываются новые сорта и гибриды, изучаются севообороты, способы обработки почвы, применение удобрений, средств защиты растений от вредителей, болезней и сорной растительности и многие другие приемы агротехники.

Экспериментальной единицей служит деланка различной площади (от 1 м² до 200 м²).

Особенности и требования к проведению полевого опыта.

Полевой опыт довольно сложное действие, ведь он, в отличие от, например, вегетационного, всегда проходит в неконтролируемых условиях (погодных, неоднородности почвы, наличии вредителей и болезней и т.п.). Поэтому их необходимо закладывать и проводить с соблюдением ряда методических требований:

Ценность результатов полевого опыта зависит от соблюдения следующих основных методических требований:

- типичность опыта;
- проведение опыта на специально выделенном участке (если это полевой опыт);
- точность проведения опыта;
- наличия элемента сравнения (контроля);
- соблюдение принципа единственного различия.

Под типичностью опыта или репрезентативностью понимают соответствие условий его проведения почвенно-климатическим и агротехническим условиям того региона, для которого предполагается рекомендовать выявленные в ходе опыта агротехнические приемы или сорта.

Принцип единственного различия означает, что все условия во всех вариантах опыта, кроме одного – изучаемого, должны быть равными. Иными словами, если вы изучаете влияние какого-либо питательного элемента (например, азота), на развитие и урожайность растения, то и в контрольном, и в опытных вариантах все остальные условия (дозы других питательных элементов, количество и сроки подкормок, освещенность, качество почвы, способы обработки почвы и т.д.) должны быть одинаковыми.

Требование проведения полевого опыта на специально выделенном участке означает, что опыт должен проводиться на участке с типичной для данного региона почвой, с наибольшей выравненностью (одинаковостью) почвенного плодородия и рельефа. Желательно провести почвенные обследования, изучить историю участка за предыдущие 3-4 года. Например, томаты на участках, равных по почвенным и иным условиям, но различных по предшественникам (например, бобовые и перцы), будут сильно отличаться по урожайности и поражаемости заболеваниями).

Ошибки, допускаемые при закладке полевого опыта, могут быть *объективными* (то есть не зависящими от вас) и *субъективными* (которые вы допускаете по невнимательности, небрежности или неосторожности). Объективные ошибки – те, что не зависят от нас (повреждения посевов или посадок от стихии, потравы скотом, вымокание опытного поля и др). Субъективные – те, что произошли от вашей невнимательности или неаккуратности (неточности измерения размеров делянок, в наблюдениях и учетах в период вегетации взвешивании урожая, и др). Точным называют опыт, проведенный с наименьшим числом ошибок.

Полевые опыты делятся на *программные* (проводятся в течение ряда - иногда десятка - лет на постоянных участках НИИ с выровненным плодородием) и *предварительные* (закладываются на временно выделенных производственных участках в производственных посевах хозяйств). Опыты на учебно-опытных участках (пришкольных, станций юннатов, эколого-биологических центров), как и программные опыты в НИИ, проводятся на стационарных участках, но более близки к предварительным, поскольку не обладают хорошей выравненностью плодородия, непродолжительны (не более полугода) и к методике их проведения предъявляются менее строгие требования.

Основные элементы методики полевого опыта

Полевой опыт как метод исследования имеет свою методику. Она состоит из элементов, без которых его невозможно провести: число вариантов, площадь и форму делянок, повторность; систему размещения повторений, делянок и вариантов на площади; методы учета урожая и его статистической обработки. Эти же элементы значительно влияют и на точность опыта. Правильное сочетание этих элементов обеспечивает максимальную точность проведения полевого опыта в конкретных условиях.

Наиболее сложный вопрос, который приходится решать исследователю,— это разработка схем будущих опытов. Схема опыта – это совокупность контрольных и изучаемых вариантов, разработанных с целью выяснения изучаемого вопроса.

Количество изучаемых факторов

Ставя опыт, вы изучаете, как изменение какого-либо явления воздействует на объект вашего исследования. Например, температура, воздействующая на прорастание клубней картофеля, является причиной, движущей силой процесса прорастания клубней и определяющая его характер или отдельные его черты. Такие причины называют факторами. Они бывают биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические, физические (шум, вибрация, звуки, тепловые, и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха).

Факторы бывают количественные (их можно измерить и выразить в числах) и качественные (измерению не поддаются, но их можно условно

пронумеровать, закодировать: роста нет (слабо выражен, окраска раствора отсутствует) – 0, есть рост (появилась окраска) – 1). В зависимости от того, сколько вопросов вы предполагаете изучить в своем опыте, различают однофакторные (например, влияние доз на растения томата определённого сорта) и многофакторные, или комплексные, опыты (например, изучают различные сорта при различных уровнях удобрений). На школьно-опытных участках доступно проводить только однофакторные опыты.

Технические погрешности в опыте стараются исключить или же хотя бы свести до минимума (т.е. уменьшено до уровня, удовлетворяющего условия эксперимента). Это достигается подбором необходимого количества растений, а также оптимальных величин таких элементов, как кол-во вариантов, размер и форма делянок, повторность), методом случайного размещения вариантов.

Количество вариантов

Эксперименты имеют несколько градаций (величин) изучаемого фактора (доз одного из удобрений или регулятора роста, разной глубины обработки почвы и т.д.). Такие градации называют вариантами опыта (от латинского слова *variantis* — изменяющийся, разновидность).

Число вариантов в схеме любого опыта - обычно заранее заданная величина, которая зависит от темы, содержания, целей и задач опыта. Результаты отдельных вариантов как правило, дают нам возможность лучше представить полученные показатели. Число вариантов не может оказать влияния на типичность опыта, но может влиять на точность опыта. Это в результате может сказаться на его ошибке. Малое число вариантов не дает достоверной картины, т. к. площадь опыта очень ограничена. Большое число вариантов ведет к возрастанию площади опыта и увеличению пестроты почвенного плодородия (особенно на школьно-учебных и производственных участках), и, таким образом, к возрастанию ошибки.

Число вариантов в схеме опыта определяется экспериментатором и зависит от вопросов, которые в этом опыте изучаются. Минимальное число вариантов в опыте – два (контрольный и опытный). Чем больше вариантов в опыте, тем выше его информативность, тем больше данных о ходе изучаемого процесса мы можем получить. Однако при увеличении их числа (при постоянном размере опытной делянки и количестве повторностей), тем больше занимаемая опытом площадь и, соответственно, тем меньше вероятность расположить его на однородном плодородию участке. Во взрослых опытах число вариантов не превышает 12-16, но обычно в опытах не более 5-8 вариантов.

Школьные опыты имеют свою специфику, отличающую её от «взрослых» опытов. Здесь на выбор количества вариантов влияет также и то, что чем больше вариантов, тем сложнее нам проводить учёты, обрабатывать результаты. Поэтому считается, что максимально допусти-

мое число вариантов для учащихся 5-6-х классов не должно превышать трёх, для учащихся 7-9-х классов – четырёх-пяти.

Для того, чтобы оценить результат применяемого в вашем исследовании фактора (дозы удобрения, способа обрезки, полива) вам необходимо наличие элемента сравнения (контроля).

Этот принцип подразумевает, что в каждом опыте должно быть как минимум две делянки: опытная — вариант, в котором применяется тот или иной исследуемый в опыте фактор, и контрольная — вариант, в котором данный фактор не применяли. Такая схема применяется в опыте с качественными вариантами (изучение сорта, способа обработки, вида удобрения и т.п.) Например, в опытах по сортоизучению контрольным является районированный сорт или гибрид, а в агротехнике – рекомендуемый агроприём, в опытах с удобрениями или пестицидами – вариант без их внесения (нулевой вариант).

При этом важно, чтобы все остальные условия, влияющие на рост, развитие и продуктивность растений, и на опытной и на контрольной делянках были одинаковыми (соблюдение принципа единственного различия; см. выше). Например, в опыте по испытанию влияния аммофоски на обеих делянках (контрольной и опытной) растения выращивают по общей агротехнике. Но на опытной - ещё и с применением этого вида удобрения.

При этом контролем нельзя считать посадки на соседних участках, поскольку там растения могут оказаться в других условиях (почвенных, освещённости, удобрения) и выводы из такого опыта будут неправильными.

При составлении схемы опыта с количественными вариантами надо правильно определить единицу варьирования (изменения), или шаг изучаемого фактора. Необходимо так спланировать схему опыта, чтобы на основании полученных результатов можно было бы построить кривую отклика, которая покажет зависимость, например, урожая от изучаемого условия (Приложение. Рис. 1)

Если схема опыта разработана правильно, кривая отклика имеет три зоны, в которых с увеличением изучаемого фактора (например, дозы удобрения), урожайность: + + увеличивается (I); + стабилизируется (II); + уменьшается (III). Данные по зоне III необходимы, чтобы с уверенностью говорить о том, что установлена оптимальная величина изучаемого фактора.

Задача исследователя заключается в том, чтобы правильно определить центр схемы опыта (т.е. те величины фактора, которые дают максимальную урожайность) и шаг варьирования (т.е. величину, на которую изменяется исследуемый фактор), чтобы дозы фактора оказались во всех трёх зонах.

Площадь, размер и форма делянок

В полевых опытах экспериментальной единицей служит делянка. Опытная делянка – это часть площади опытно-учебного участка, имеющая определённый размер и форму. Их используют для размещения на них контрольных и опытных вариантов. Какими должны быть их размеры и форма?

В зависимости от ее площади различают микрополевые (до 1 м²), мелкоделяночные (до 10 м²) и собственно полевые, или обычные, опыты (от 20 до 1000 м², а в условиях производства – более 1000 м²). Микрополевые опыты базируются на ручном труде, а обычные — на механизированных технологиях. В отличие от вегетационных сосудов делянки нумеруют лишь в «слепых» опытах (дробный учет урожая рекогносцировочного посева).

Размер опытной делянки определяется возможностью рационально организовать опыты учащихся, целями опыта, а также выделяемой площадью. На пришкольном участке достаточно иметь делянки размером 10—25 м², на производственном участке — 100—200 м². Однако допустимо иметь площадь делянки менее 10 м. Такие опыты называются микроделяночными или рекогносцировочными. Наименьший возможный размер делянки — 1 м². Обычно исходят из следующего положения: размер делянки должен быть настолько велик, чтобы обеспечить точность опыта, и настолько мал, чтобы опыт нетрудно было обработать в один день (принимая во внимание, что большая часть или все агротехнические приемы проводятся вручную).

Чтобы данные опыта могли считаться достоверными, каждая делянка для опытов учебного характера должна быть размером не менее 2 м², а для юннатских опытов, имеющих производственное значение - 20 м². В опытах с плодово-ягодными растениями в каждом варианте должно быть у земляники 50 кустов, у малины – 20-30 кустов, у смородины и крыжовника – 8-10 кустов, у плодовых – 2-3 дерева, в питомнике – 15-20 растений.

Равенство делянок

Равенство делянок - одно из основных требований методики полевых опытов, в противном случае результаты опыта не могут считаться достоверными. Опытная и контрольная делянки должны быть равными по площади, желательно прямоугольной или квадратной формы, что даст возможность точнее учесть урожай. Они должны находиться на одинаковом расстоянии от деревьев (лесополосы, сада, леса) или от построек. Поверхность делянок должна быть ровной, без бугров и впадин. Важно, чтобы на опытной и контрольной делянках в предыдущем году росла одна и та же культура и применялась одна и та же агротехника.

Почва на делянках должна быть одинаковой по плодородию. Это устанавливается при проведении на этих делянках разведочных посевов, для которых используются культуры сплошного рядового посева (пше-

ницы, овса, льна и др.). Необходимо также учитывать, что удобрения, вносимые в больших дозах, оказывают сильное влияние на почвенное плодородие не только в год внесения, но и в последующие годы.

Расположение делянок

Для повышения точности опыта делянки опытные и контрольные размещают равномерно, чтобы охватить ими все почвенные разности, неровности. Располагают их в один ярус по повторностям или в несколько ярусов (но так, чтобы одинаковые варианты ни в коем случае не соседствовали друг с другом). При двухъярусном размещении опыта ярусы располагают по обе стороны дорожки. Это удобно и при уходе за посадками, и для проведения учётов и исследований.

Расположение повторностей по делянкам при небольшом (до 4-х в опыте, когда можно не контролировать изменение плодородия почвы; такие условия часто встречаются при работе с многолетними плодовыми культурами) количестве вариантов применяют метод изолированных повторений (полная рандомизация). Варианты по делянкам опытного участка распределяются совершенно случайно. Расположение делянок может быть одно- и многоярусное (Схема 1).

Схема 1

Схема размещения четырех вариантов в трехкратной повторности методом полной рандомизации

а) Одноярусное расположение делянок

--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

б) Двухъярусное расположение делянок

1	3	2	1	4	2
Дорожка					
4	2	4	1	3	1

Расположение делянок в один ярус применяют, если участок ровный и имеет однородную почву (что на пришкольных участках бывает относительно редко). Во всех других случаях их располагают так, чтобы весь опыт находился на участке примерно квадратной формы. Ярусы делянок разделяют дорожки. Они удобны как для ухода за растениями в вариантах, так и для проведения учётов и экспериментов с растениями.

Вытянутая прямоугольная форма делянки дает более высокую точность. Такую форму используют, если каждую делянку обрабатывают и засевают отдельно. Однако у делянок вытянутой формы (отношение длины к ширине более 10) имеется недостаток: их большой периметр. Чем периметр больше, тем сильнее сказывается влияние края и соседних делянок на результаты опыта. Поэтому на таких делянках возникает необходимость обязательного введения защитных полос.

Тщательное соблюдение схемы и плана опыта – основа получения правильных результатов опыта, основа успеха вашего исследования.

Список использованной литературы

1. Суворова С.А. Опытническая работа школьников с растениями: учебное пособие / С.А. Суворова, К.И. Дагаргулия; Ряз. гос. ун-т им. С.А. Есенина. — Рязань, 2006. — 156 с.
2. Полоус Г.П., Войсковой А.И. Основные элементы методики полевого опыта : учебное пособие / Г.П. Полоус, А.И. Войсковой : Ставропольский государственный аграрный университет. – Ставрополь: АГРУС, 2013.
3. Доспехов Б.А. Методика полевого опыта (с основами статистической обработки исследований). – 5-е изд., доп. и перераб. - М.: Агропромиздат. 1985. – 351с., ил.
4. Папорков М.А. и др. Учебно-опытная работа на пришкольном участке: Пособие для учителей/ М.А. Папорков, Н.И. Клинковская, Е.С. Милованова. – М.: Просвещение, 1980.– 255 с., ил.
5. Кузнецов А.В. Методика агрохимических исследований. Полевые опыты с удобрениями. Курс лекций. М.: Университет дружбы народов, 1977. – 51с
6. Опытническая и исследовательская работа в школе. Т.1.- Краснодар: КубГАУ, 2010.- 353 с.

Приложение

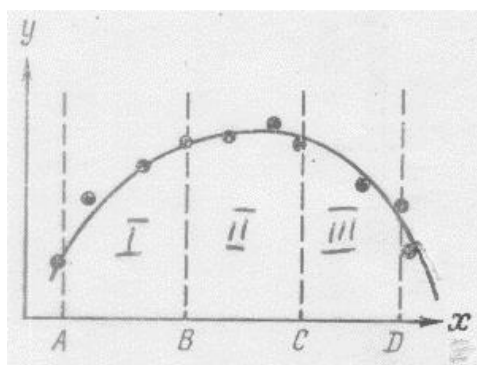


Рис. 1. Кривая отклика, где на оси y даны данные урожайности вариантов, а на оси x – градации изучаемого фактора

2. Рекомендации по проведению учётов на учебно-опытном участке

Глоба-Михайленко И. Д.

*И предал я сердце моё тому,
чтоб исследовать и испытать мудростью всё,
что делается под небом: это тяжёлое занятие дал Бог сынам чело-
вечески, чтобы они упражнялись в нём.
Экклезиаст.*

Учёты и наблюдения - важная и неотъемлемая часть любого биологического исследования. Они способствуют не только установлению связей между объектами и явлениями, но и наиболее полному их познанию. Наблюдения, проводимые над опытными растениями от посева до созревания, позволяют обнаруживать эффекты, не сохраняющиеся до учета урожая и искать причины их дальнейшего затухания.

Конечный результат нашего опыта зависит от многих условий. И на большинство из них (например, на погодные условия) мы никак не сможем повлиять. Зато учесть их влияние на ход нашего опыта нам как раз под силу – в том случае, если мы будем в течение опыта фиксировать изменения погодных условий, времени наступления фаз развития растений, особенности их роста и развития. Полученные в опытных вариантах данные сравниваются с данными контроля.

Наблюдения в опытах

Наблюдение — это целенаправленное восприятие явлений и процессов без прямого в них вмешательства, подчиненное задачам научного исследования. В ходе наблюдения объекта или явления человек лишь фиксирует (записывает, фотографирует) результаты, не вмешиваясь в сам эксперимент.

При регистрации наблюдений необходимо соблюдать следующие правила:

- записи необходимо вести в записной книжке или дневнике наблюдений простым карандашом;
- записывать наблюдения следует непосредственно на участке (откладывать записи «на потом», полагаясь на память, не следует);
- форма дневниковых записей выбирается по усмотрению руководителя (при этом важно, чтобы эта форма записи сохранялась в течение всего эксперимента);
- проводить наблюдения следует с соблюдением определённой периодичности, соответствующей целям и задачам опыта;
- в дневник следует заносить не только необходимые данные, но и сведения о других явлениях, которые привлекли к себе внимание;

- записи должны быть как можно более полными, с необходимыми пояснениями, для того чтобы не только по свежей памяти, но и много лет спустя их можно было легко прочесть и понять.

Фенологические наблюдения за растениями

Наблюдения за сезонными периодическими явлениями в жизни растений и животных, изучает фенология (от греческих слов «файно» — являю и «логос» - знание).

Наблюдения за фазами развития растений позволяет лучше изучить сельскохозяйственные растения, их биологические особенности и определить оптимальные сроки проведения тех или иных агротехнических приемов.

Регулярность наблюдений - важнейшее условие получения надежных фенологических данных. Научная и практическая ценность наблюдений зависит от того, насколько точно определены даты наступления сезонных явлений. А это значит, что чем чаще проводятся наблюдения, тем вероятность ошибки в определении даты наступления явления становится меньше. Наиболее точные результаты дают ежедневные наблюдения.

Однако это удается далеко не всегда. В разное время года темп сезонного развития неодинаков. В весеннее время явления сменяются быстро, по этой причине весной наблюдения необходимо проводить ежедневно. Летом в некоторых случаях допускаются достаточно большие перерывы, а в конце лета и осенью, в период созревания плодов и семян, снова возникает необходимость в более частых наблюдениях. В зимний период (если этого требуют задачи и методика опыта) можно проводить наблюдения 1 раз в 10 дней.

Признаки наступления фенологических фаз

Растения считаются вступившими в ту или иную фазу развития, если признаки этой фазы будут обнаружены хотя бы на отдельных ветках. Отмечать начало каждой фазы следует, когда в нее вступит 10% растений того или иного вида (если наблюдается большая группа) или хотя бы 2-3 особи. Если наблюдения ведутся за одним растением, начало фазы отмечают, когда распустится до 10% цветков или листьев.

При наблюдении за травянистыми растениями начало фазы отмечают днем, когда в нее вступило 10% растений данного вида.

Массовое наступление фазы отмечают в тот день, когда в нее вступит не менее 50% растений (или на одиночном дереве распустится 50% цветков или листьев).

Какие же фенологические фазы имеются у растений, и какие они имеют признаки?

Начало сокодвижения отмечают по появлению из ранки сока.

Признаком набухания почек является появление на почечных чешуйках в результате их роста более светлых полосок, уголков, пятнышек.

У растений с опушенными чешуйками (яблоня, виноград) набухание почек отмечается по появлению опущения другого тона. У пород, не

имеющих почечных чешуй (крушина, калина), за набухание почек принимают их рыхление.

У хвойных пород: если почки покрыты смолой (пихта сибирская, сосны - обыкновенная и крымская), то разрушение смоляного покрова в верхней части почки, обнажение почечных чешуй и их посветление и будет являться сигналом их вегетации; у видов со слабо осмоленными почками или вообще неосмоленными (лиственницы) начало вегетации отмечают по посветлению верхушек почек, расхождению наружных чешуй и появлению между ними более светлых полосок или каемок (сосны - кедровая, сибирская и европейская) либо по разрыхлению чешуй и отгибанию их концов (ели - обыкновенная, сибирская, восточная и саянская). У хвойных пород с голыми почками (можжевельники, туи, кипарисы) эта фаза отмечается по расхождению кончиков чешуевидных или игольчатых листьев.

Распусканием почек считают появление кончиков листьев между чешуйками. У цветочных почек между разошедшимися чешуйками обычно проглядывают верхушки бутонов.

Фаза развертывания первых листьев наступает, когда листовые почки уже раскрылись, листочки стали разворачиваться, но листовые пластинки еще не разгладились. Лиственные леса в этот период кажутся подернутыми зеленой дымкой. У хвойных пород под фазой зеленения подразумевают момент, когда хвоинки начинают отделяться друг от друга своими верхними кончиками.

Началом цветения у ветроопыляемых растений (ольха, лещина, тополь, осина, граб, ясень, береза, ель, сосна, можжевельник, лиственница, дуб, облепиха и др.) считается высыпание пыльцы из лопнувших пыльников при дуновении ветерка или встряхивании ветки.

У деревьев и кустарников с хорошо выраженным околоцветником (вишня, яблоня, черемуха, рябина, липа, боярышник и др.) начало цветения отмечается, когда появляются цветки с вполне раскрывшимся венчиком. Начало цветения у бобовых (желтая акация) отмечают по раскрытию первых лепестков (парусов), а у калин - первых мелких цветков внутренней части соцветия (краевые цветки у них бесплодны).

Конец цветения наступает, когда на растениях не осталось нераскрытых цветков, лепестки их завяли и осыпаются. У ветроопыляемых растений соцветия перестали выделять пыльцу и в массе опадают.

Начало плодоношения определить нелегко, но эта фаза очень важна, так как именно в период массового плодоношения собирают семена, плоды, ягоды. Считают, что сочные плоды растений (вишни, смородины, малины, черемухи, рябины, яблони и др.) созрели, если они приобрели свойственную им окраску, стали мягкими, съедобными. У пород с сухими, несъедобными плодами определить на глаз созревание трудно, чаще всего наблюдают их рассеивание (опадение), хотя и не у всех таких растений плоды, созревая, сразу же опадают. Признаком созревания се-

мян у берез, кленов является появление под деревьями первых крылаток, у лещины и дуба - первых зрелых плодов и желудей, у бобовых - побурение и растрескивание бобов с выбросом семян. У можжевельников шишкоягоды при созревании становятся черно-синими, размягченными и легко раздвигаются пальцами. У вереска, багульника, рододендронов, самшита, спирей, пузыреплодников, сиреней созревание плодов определяется по полному побурению коробочек или высыпанию из них семян при встряхивании, у липы - по полному побурению орешков, у ольхи - по началу побурения шишек и раздвижению чешуек.

Массовое плодоношение отмечают в тот момент, когда возможен сбор плодов и семян для хозяйственных целей.

Оценку цветения и плодоношения деревьев, кустарников и ягодников производят во время массового цветения или плодоношения, урожайность плодов орешника, дуба, тополей, ив, осин определяют при массовом опадании плодов и семян. Урожай *хвойных пород* оценивают поздней осенью по числу шишек с семенами, созревшими в текущем году (старые пустые шишки легко отличить от свежих по более темному цвету и отогнутым чешуйкам). В случае повреждения шишек в примечании указывается причина и процент снижения степени плодоношения. Учет степени цветения и плодоношения каждого вида производится по многим особям растений данного вида в лесу и одновременно по отдельным единично стоящим или растущим на опушке деревьям.

На таком сопоставлении основаны точность и объективность оценок, которые проводятся по шкале В. Г. Каппера (Приложение. Таблица 1). Оценку интенсивности цветения производят по этой же шкале.

В случае оценок цветения и плодоношения только по единичным или немногим экземплярам вида должны сопровождаться указанием числа и возраста наблюдавшихся экземпляров. При неоднородном цветении и плодоношении возможна оценка несколькими баллами, например, 3-4 или 4 с колебаниями от 3 до 5. Оценки проводят для всех интересующих наблюдателя древесных и кустарниковых пород.

По шкале А.Н. Формозова (Приложение. Таблица 2) определяют интенсивность цветения и плодоношения у земляники, малины, черники, брусники, клюквы и др. В календаре природы оценкам цветения и плодоношения отводят особую страницу.

Шкала глазомерной оценки урожая шишек, плодов и семян древесных и кустарниковых пород по В. Г. Капперу:

0 - полный неурожай; шишек, плодов и семян нет;

1 - плохой урожай; шишки, плоды или семена имеются в очень небольшом количестве на единично стоящих и растущих по опушкам леса деревьях; в малом количестве они встречаются на растениях в глубине леса;

2 - слабый урожай; равномерное и удовлетворительное плодоношение на единично стоящих деревьях, а также на растущих по опушкам и незначительное в глубине леса;

3 - средний урожай; значительное плодоношение у отдельно стоящих и растущих по опушкам деревьев и удовлетворительное у деревьев в глубине леса;

4 - хороший урожай; обильное плодоношение у отдельно стоящих и растущих по опушкам деревьев и хорошее в глубине леса;

5 - очень хороший урожай; обильное плодоношение повсеместно.

Оценку интенсивности цветения производят по той же шкале.

Все случаи оценок цветения и плодоношения только по единичным или немногим экземплярам вида должны сопровождаться указанием числа и возраста наблюдавшихся экземпляров. При неоднородном цветении и плодоношении возможна оценка несколькими баллами, например, 3-4 или 4 с колебаниями от 3 до 5. Оценки проводят для всех интересующих наблюдателя древесных и кустарниковых пород.

По шкале А. Н. Формозова определяют интенсивность цветения и плодоношения у земляники, малины, черники, брусники, клюквы и др. В календаре природы оценкам цветения и плодоношения отводят особую страницу.

Шкала глазомерной оценки плодоношения ягодников по А. Н. Формозову (Приложение. Таблица 2):

0 - ягод нет;

1 - очень плохой урожай; единичные ягоды встречаются у небольшого количества растений;

2 - слабый урожай; единичные ягоды и небольшие группы ягод. На подавляющем большинстве участков ягод нет;

3 - средний урожай; местами имеется значительное количество ягод, но большинство участков имеет лишь единичные ягоды или вовсе лишено их;

4 - хороший урожай; участки с большим количеством ягод занимают не менее 50% встречающихся площадей ягодников;

5 - очень хороший урожай; повсеместное обильное плодоношение.

При работе с плодовыми культурами наблюдения за наступлением начала распускания почек и сроков созревания плодов проводят через день, сроков цветения – каждый день; концом роста побегов, начала и конца листопада – через 5 дней.

При всем значении фенологических наблюдений нельзя забывать, что окончательным критерием для оценки всякого агрономического приема является все же конечный урожай продуктивной (используемой) части растения. Поэтому данные фенологических наблюдений в полевом опыте не самоцель, а лишь подсобный материал, помогающий уяснить условия получения тех или иных прибавок окончательного урожая.

Совершенно необязательно во всех опытах проводить все возможные фенологические наблюдения. Они должны вытекать из задач опыта или из необходимости расшифровки ранее полученных урожайных данных. Небольшое число хорошо продуманных и целеустремленных наблюдений, действительно характеризующих особенности развития растений, обусловленные влиянием изучаемого в опыте фактора, гораздо ценнее, чем груды шаблонных описаний фаз развития, весьма трудоемких, но в дальнейшем обычно не используемых.

Проведение учётов

Кроме фенологических наблюдений, во время опыта необходимо фиксировать рост и развитие опытных и контрольных растений. Проведение таких учётов необходимо, поскольку они позволяют выявить особенности в ростовых процессах и скорости развития опытных растений.

Например, измерение ассимиляционного аппарата по ярусам дает возможность выяснить, за счет каких ярусов растение максимально накапливает биомассу, а также объяснить различия в урожае по вариантам опыта.

Какие же учёты необходимо проводить?

Огородные культуры. Измерение высоты растений: кукуруза – 3 листа, семь листьев, вымётывание, полная спелость; картофель – ветвление, бутонизация, цветение, полная (техническая) спелость; томаты размер рассады перед высадкой в грунт, размер растений (длина главного стебля, количество боковых побегов, над каким листком закладывается первая кисть) во время массового цветения первого соцветия; во время первого и последнего сбора плодов (количество плодов), масса растений; огурцы - длина главных и боковых побегов, количество листьев (1-й, 5-й, 8-й сборы). Средний размер растений определяется по 5 случайно взятым растениям, взятым из деланки по её диагонали.

Если необходимо определить массу растения, срезают на уровне почвы по 5 растений по диагонали деланки.

Измерение количества листьев: капуста – при высадке рассады в грунт, затем каждые 10 дней до начала образования кочана. По 10 растениям подряд в начале деланки: суммировать полученные результаты и разделить на 10 для определения среднего количества листьев на 1 растении. Размер кочана – на 10 растениях подряд (растения, на которых подсчитывалось количество листьев). Диаметр измеряется через центр кочана; полученные результаты суммируют и делят на 10 для определения среднего диаметра. Кабачки – при пятом сборе. Огурцы - 1-й, 5-й, 8-й сборы.

Плодовые деревья. Измерение высоты дерева проводят в один срок после сбора урожая, когда побеги распрямятся от плодов или весной, но до обрезки, при этом наивысшую точку отмеряют по наиболее плотной части кроны, а не по высоте отдельных побегов.

Измерение диаметра кроны проводят в один срок после сбора урожая, когда побеги распрямятся от плодов, или весной, но до обрезки: проекция наиболее плотной части кроны, вдоль и поперёк ряда. Эти два показателя позволяют не только определять габитус дерева (его внешний облик, форму кроны), но и площадь питания, которая зависит не только от особенностей сорта, но и условий среды и агротехники.

Окружность штамба – в конце вегетации на высоте 30 см от поверхности почвы (у низкоштамбовых и кустовых деревьев – на высоте 10 см). У молодых деревьев измеряют не окружность, а диаметр штамба в двух перпендикулярных направлениях (вдоль и поперёк ряда, окружность штамба считают по среднему значению этих величин).

Суммарная длина однолетних побегов определяют в конце вегетации. У молодых деревьев измеряют побеги длиной более 5 см от основания до верхушечной почки. Поскольку все однолетние побеги у взрослых деревьев измерить невозможно, выбирают удобную для учёта контрольную ветвь. Определяют, какую часть кроны она составляет (желательно, чтобы эта величина составляла, в зависимости от возраста, 1/5 или 1/10 часть). Измеряют суммарную длину побегов на этой ветви, и после умножения на - соответственно – числа 5 или 10, получают приближительную суммарную длину однолетних побегов на всём дереве.

Среднюю длину однолетних побегов можно рассчитать, разделив суммарную длину побегов на их количество. Однако эта величина мало пригодна для учёта. Например, в годы с высоким урожаем прирост побегов бывает меньше, чем в годы с низким урожаем (поскольку питательные вещества расходуются не на вегетативный, а на генеративный рост).

В зависимости от побегообразовательной способности сорта густоту кроны подразделяют на очень густую (практически без просветов), густую (если просветы составляют до 25%), средней густоты (просветы составляют до 50% объёма кроны) и редкую (более 50%).

По силе роста дерева можно разделить на: карлики (до 3 м); полукарлики (3-4 м), среднерослые (4-5 м); сильнорослые (более 5 м).

Учёт поражения растений

Подобный учёт следует проводить несколько раз за период вегетации, поскольку энтомологические и фитопатологические исследования показывают, что наибольшее повреждение и поражение растений болезнями и вредителями совпадает с основными фенологическими фазами развития растений.

Степень поражения растений устанавливают суммарно, ограничиваясь глазомерной оценкой поражения по пятибалльной шкале:

- 0 – отсутствие повреждений;
- 1 – единичные повреждения (менее 10% растений);
- 2 – повреждены 10-25% растений;
- 3 – повреждены 25-50% растений;

- 4 – повреждены 50-75% растений;
- 5 – повреждены свыше 75% растений.

Делянки со степенью поражения растений в 5 баллов исключаются из опыта.

Учёт обеспеченности питанием

На ход проводимого эксперимента большое влияние может оказать недостаток или переизбыток удобрений. Это может произойти, например, при неправильном (неравномерном) внесении удобрений или подкормок. Определение обеспеченности растений элементами питания в течение всего эксперимента можно проводить с помощью экспресс-анализа или в лабораторных условиях. Но зачастую (если, конечно, изучение обеспеченности питательными элементами не является целью эксперимента) достаточно ограничиться наблюдением за самим растением, внешний вид которого покажет, насколько растение обеспечено питательными веществами. При визуальном определении за основу берутся внешние признаки, характеризующие недостаток того или иного элемента в растении (Приложение. Таблица 4).

Глазомерная оценка сортов по 5-балльной шкале

При сортоиспытании помимо фенологических наблюдений и биометрических измерений, желательно провести (Щукин) глазомерную оценку сортов по 5-балльной шкале:

- 5 баллов – отличное состояние (при одинаковом росте и развитии);
- 4 балла – хорошее развитие, но немного неравномерный рост;
- 3 балла – резкое отставание развития растений друг от друга;
- 2 балла - неудовлетворительное состояние растений;
- 1 балл – совершенно неудовлетворительное состояние растений.

Сроки оценки:

- капуста – 1 – образование розетки, 2 – перед сбором;
- томаты – 1 – через 10-15 дней после посадки рассады в грунт, 2 – перед первым сбором плодов;
- огурцы – 1 – массовые всходы, 2 – перед сбором плодов;
- корнеплоды – массовые всходы и перед сбором плодов.

Исходя из данных фенологических наблюдений, сорта плодовых и ягодных культур можно разделить:

- по срокам начала вегетации (распускание почек) на: рано, средне – и поздно начинающие вегетацию;
- по срокам цветения – на ранне-, средне- и позднецветущие;
- по продолжительности цветения – на сорта с коротким, средним и растянутым сроками цветения;
- по срокам созревания (с учётом лёжкости плодов) – на раннелетние, летние, позднелетние, позднеосенние, раннезимние, зимние, позднезимние;
- по срокам окончания роста побегов – на сорта с ранним, средним и поздним сроком окончания роста;

- по срокам окончания вегетации – на сорта рано, в средние сроки или поздно (в том числе сорта, не сбрасывающие к началу зимы листья) заканчивающие вегетацию.

Учёт условий среды

Правильное, объективное объяснение результатов полевого опыта возможно лишь при наличии сведений о метеорологических условиях проведения опыта. Объем наблюдений за погодой определяется задачами опыта и близостью метеорологической станции, откуда можно получить необходимые сведения, например в виде декадных сводок. При этом приходится учитывать степень изменчивости показателей тех или иных элементов погоды по территории.

В кратковременных опытах, однако, нет возможности организовать основные инструментальные наблюдения, и необходимые метеорологические данные можно получать с ближайшей метеорологической станции.

Температура воздуха. Тепло — необходимое условие существования растений и микроорганизмов. Требования растений к нему варьируют в широких пределах и определяются температурным минимумом и максимумом, ниже и выше которого растения перестают расти и развиваться, и оптимальной температурой, которая способствует наиболее активной вегетации, обеспечивая максимальную продуктивность. На разных этапах развития растений оптимальные и экстремальные температуры имеют свои границы. Суммарная потребность растений в тепле определяется длиной их вегетационного периода и оптимумом потребной для растений среднесуточной температурой.

Для характеристики теплообеспеченности растений используют такие показатели, как среднемесячные и среднедекадные температуры, количество дней с температурой ниже и выше биологического максимума и минимума, суммы положительных среднесуточных (выше 0°C), а также эффективных и активных температур.

Сумму эффективных температур определяют сложением среднесуточных, уменьшенных на величину биологического минимума, установленного для каждого периода развития растений.

Сумму активных температур выражают суммой среднесуточных, превышающей биологический минимум, установленный для каждого периода развития растений.

Для измерения температуры в приземном слое воздуха и/или среди растений используют специальную защиту к резервуарам термометров для предохранения их от нагрева прямыми солнечными лучами и сохранения естественного воздухообмена.

Оценку погодных условий по термическому (температурному) режиму, если опыт не требует специального изучения температурных условий на опытном поле, проводят сравнением температуры воздуха, наблюдаемой в год опыта (по данным метеостанции), со средними мно-

голетними показателями, то есть с климатической нормой, которая установлена по климатическим или агроклиматическим справочникам. На агрометеорологических станциях, кроме того, имеются также данные средних многолетних норм, характеризующие агроклиматические условия в районе расположения станции.

Если опыт проводят на участке, который по своему месторасположению существенно отличается от участка метеостанции, то есть расположен в низине, на склоне, окружён лесом и т. п., необходимо провести наблюдения непосредственно на опытном поле.

Для измерения температуры воздуха используют срочные, минимальные, максимальные термометры (спиртовые, ртутные). Их устанавливают в метеорологической будке с жалюзийными стенками. Наиболее удобна в поле будка Селянинова, она небольшая по размеру, сравнительно лёгкая и её следует укрепить на столбике на высоте 2 м.

Внимание! Наблюдения следует проводить в сроки, принятые на метеостанциях, что позволяет сравнением выявлять температурные особенности данного участка.

Совокупность перечисленных выше метеорологических наблюдений дает возможность охарактеризовать агрометеорологические условия сельскохозяйственного года по периодам.

На постоянных опытных участках организуются инструментальные наблюдения за погодой. В большей степени изменчивы показатели количества осадков, а также минимальной температуры почвы в периоды наступления весенних и особенно зимних заморозков. Поэтому на постоянных опытных участках организуются прежде всего наблюдения за осадками (в течение всего года), за снеговым покровом (от выпадения до схода), за минимальной температурой на поверхности почвы (в периоды, когда возможны понижения температуры, отрицательно сказывающиеся на посевах). Ведутся наблюдения за такими условиями погоды, которые могут вызвать повреждения посевов: засуха, суховеи, градобитие, ледяная корка и т. п. При необходимости организуются наблюдения за температурой и влажностью воздуха, температурой почвы, ее промерзанием и т. д. В отдельных случаях ведутся также микроклиматические наблюдения на посевах.

Метеорологические наблюдения производят по местному среднему солнечному времени. Чтобы определить его, разность долгот между средним меридианом пояса и меридианом данного пункта переводят на время (один градус долготы равен 4 мин., и 1 мин. долготы равна 4 сек. времени).

Наблюдения за осадками (при помощи дождемера), температурой воздуха, минимальной температурой на поверхности почвы, влажностью и давлением воздуха ведут на постоянной площадке, которую выбирают в непосредственной близости от опытного участка, на открытом месте, в

условиях рельефа, соответствующих положению опытного участка, не ближе 50—100 м от ближайших построек и деревьев.

Все наблюдения проводят в определенные часы дня. Количество атмосферных осадков измеряют при помощи дождемера ежедневно в 7 и 19 часов, причем это количество относят ко дню наблюдения.

Измерение высоты снегового покрова производят при помощи постоянных или переносных снегомерных реек. Одновременно регистрируют состояние снегового покрова (уплотненность, равномерность и пр.), указывая, на какую землю лег устойчивый снеговой покров: талую или промерзшую, и характеризуют сход снега весной. Измерение высоты снегового покрова при помощи постоянной рейки производят ежедневно в 7 час. утра, а измерения при помощи переносной рейки — ежедекадно, а также после сильных снегопадов, метелей и т. д. Для характеристики залегания снегового покрова на всей площади опытного участка во время максимального залегания снегового покрова можно производить разовую маршрутную снегосъемку.

Для измерения температуры и влажности воздуха используют психрометр Августа («смоченный» и «сухой» термометры) и минимальный и максимальный термометры. Наблюдения производят ежедневно в 1, 7, 13 и 19 часов и все данные относят ко дню наблюдения. Абсолютная и относительная влажность воздуха, а также «дефицит влажности» вычисляют по исправленным показаниям психрометров Августа при помощи психрометрических таблиц. Наблюдение минимальной температуры на поверхности почвы ведут при помощи минимального термометра, устанавливаемого на той же метеорологической площадке. Для введения поправок на давление при вычислении влажности воздуха по психрометрическим таблицам необходимы наблюдения за атмосферным давлением (по anerоиду). В некоторых опытах могут представлять специальный интерес определения температуры пахотного горизонта в период вегетации. Для этой цели используется комплект ртутных термометров Савинова, при помощи которых определяется температура почвы на глубинах 5 см, 10 см, 15 см и 20 см.

Кроме метеорологических, фенологические наблюдения имеют целью установить различия в ходе развития растений по отдельным вариантам опыта. Эти наблюдения, правильно поставленные, могут дать ценнейший материал для объяснения причин того или иного характера действия изучаемых приемов или удобрений. Отсутствие увеличения окончательного урожая не всегда доказывает неэффективность примененного приема. Часто оно обусловлено тем, что благоприятное действие того или иного приема, проявлявшееся в начальный период развития, в дальнейшем было подавлено или ограничено какими-то неблагоприятными условиями или внешними воздействиями. Фенологические

наблюдения позволяют обнаруживать эффекты, не сохраняющиеся до учета урожая, и искать причины их дальнейшего затухания.

Наблюдения за временем наступления отдельных фаз развития и полной или хозяйственной спелости позволяют установить как длительность отдельных периодов между фазами,

Данные фенологических наблюдений используются при разбивке всего периода вегетации растений (начиная от посева) на отдельные отрезки, периоды, применительно к которым суммируются и показатели метеорологические. Так, для хлебных злаков устанавливаются такие периоды между названными выше фазами: посев — всходы — выход в трубку — колошение — спелость. Важно, однако, не столько установление самих сроков наступления тех или иных фаз, сколько констатация смещения этих сроков на удобренных участках по сравнению с контролем. Этими фазами удобно также пользоваться как определенными этапами для записи видимых различий в характере развития растений (окраска, рост, полегание и т. п.). Очень важно немедленно отмечать появление этих различий, а также их исчезновение, не дожидаясь определенных сроков.

В течение всего вегетационного периода представляют интерес наблюдения за приростом сухого вещества. Нарастание массы сухого вещества определяется либо по фазам развития, либо по календарным срокам (например, по декадам). Пробы для определения прироста сухой массы берут также с пробных рядков (метровок) или площадок (0,25—1,0 м²). Для пропашных культур (свекла, картофель) взятие проб с определенной площадки заменяют обычно взятием определенного числа растений (100 растений свеклы вначале и 10—20 корней свеклы или кустов картофеля на более поздних стадиях развития). Эти же пробы могут быть использованы в дальнейшем для химических анализов, в частности для определения хода поступления питательных веществ в растения. Возможность взятия растительных проб должна быть предусмотрена при определении площади участка.

При всем значении фенологических наблюдений нельзя забывать, что окончательным критерием для оценки всякого агрономического приема является все же конечный урожай продуктивной (используемой) части растения. Поэтому данные фенологических наблюдений в полевом опыте не самоцель, а лишь подсобный материал, помогающий уяснить условия получения тех или иных прибавок окончательного урожая.

Совершенно необязательно во всех опытах проводить все возможные фенологические наблюдения. Они должны вытекать из задач опыта или из необходимости расшифровки ранее полученных урожайных данных.

Приложение

Таблица 1

Шкала Каппера для общей глазомерной оценки интенсивности цветения и урожая семян и плодов

Балл	Показатель
0	Зрелых плодов нет совсем
1	Единичные плоды на отдельных растениях; огромная часть растений данного вида без плодов или без зрелых плодов
2	Слабый урожай плодов небольшими участками; на большинстве растений данного вида нет плодов вовсе или они не дозрели
3	Хороший урожай плодов на небольших участках; большинство растений со слабым урожаем; имеются значительные неурожайные площади
4	Хороший урожай плодов на многих участках; слабо урожайных и неурожайных площадей немного
5	Обильный урожай плодов на многих участках; на остальных участках – урожай средний; неурожайные площади редки

Таблица 2

Шкала глазомерной оценки плодоношения ягодников

Балл	Показатель
0	Ягод нет
1	Очень плохой урожай; единичные ягоды встречаются у небольшого количества растений
2	Слабый урожай; единичные ягоды и небольшие группы ягод. На подавляющем большинстве участков ягод нет
3	Средний урожай; местами имеется значительное количество ягод, но большинство участков имеет лишь единичные ягоды или вовсе лишено их
4	Хороший урожай; участки с большим количеством ягод занимают не менее 50% встречающихся площадей ягодников
5	Очень хороший урожай; повсеместное обильное плодоношение. Участки со слабым урожаем очень редки или отсутствуют

Таблица 3

Фенологические фазы полевых и огородных культур

Культура	Представители	Фазы
Зерновые культуры	Пшеница, рожь, рис, овёс	Всходы, кущение, выход в трубку, колосшение, цветение, спелость (молочная, восковая, полная)
Зерновые	Кукуруза, сорго	Всходы, три листа, семь листьев, вымё-

пропашные		тыхания, цветения (у кукурузы – отдельно метёлок и початков), спелости (молочной, восковой, полной)
Бобовые культуры	Горох, фасоль, соя, нут, маш	Всходы, третьего настоящего листа, образование боковых побегов (ветвление), образование соцветий, бутонизация, цветение, созревание (молочная спелость, полная спелость)
Подсолнечник	-	Всходы, первая, вторая, третья пары настоящих листьев, образование корзинки, цветение, спелость (молочная, восковая, полная)
Корнеплоды	Свекла, редис	Всходы, появление первой пары настоящих листьев, появление третьего настоящего листа, пучковая спелость, техническая спелость, увядание наружных листьев
Картофель	-	Всходы, бутонизация, цветение, отмирание ботвы
Пасленовые	Томаты, перец, баклажаны	Всходы, появление первого настоящего листа (при выращивании в грунте), время высадки в грунт (для рассадного способа), начало цветения (10%), полное цветение (75%), завязывание плодов, съемная спелость
Капуста	Белокочанная, краснокочанная, савойская, брокколи, цветная	Всходы, появление первого, третьего, пятого настоящего листа; высадка рассады в открытый грунт; образование розетки; завязывание кочана; техническая спелость (10, 30, 75% кочанов)
Тыквенные	Тыква, кабачки патиссоны, огурцы	Всходы, появление первого и третьего настоящего листа; бутонизация; цветение (отдельно женских и мужских цветков); завязывание плодов; созревание плодов; съемная спелость
Луковые	-	Всходы, образование луковиц, полегание пера

Таблица 4

Признаки недостаточности питательных элементов

Элемент	Симптомы недостатка
Азот	Бледно-зеленая окраска, пожелтение листьев; слабый рост растения и раннее опадение листьев; пониженное ветвление

	и кущение
Фосфор	Темно-зеленая, голубоватая окраска листьев; появления красных или пурпурных оттенков; Темный, иногда почти черный цвет засыхающих листьев
Калий	Пожелтение или побурение, отмирание тканей листьев либо закручивание их книзу по краям; морщинистость листьев
Сера	Бледно-зеленая окраска листьев без отмирания тканей
Магний	Посветление листьев, связанное с недостаточным образованием хлорофилла; изменение окраски листьев из зеленой в желтую, красную, фиолетовую у краев и между жилками
Кальций	Повреждение и отмирание верхушечных почек и корней
Железо	Появление равномерного хлороза между жилками листа; бледно-зеленая и желтая окраска листьев без отмирания ткани
Бор	Отмирание верхушечных почек, корешков и листьев; отсутствие цветения, опадание завязей
Медь	Хлороз и побеление кончиков листьев; пустозернистость

3. Фенологические наблюдения за древесно-кустарниковыми растениями

Глоба-Михайленко И. Д.

Каждый год мы наблюдаем регулярно сменяющиеся природные явления на деревьях: весной - появление молодой листвы (если, конечно, это листопадные, а не вечнозелёные породы) и цветов, летом – плодов, а осенью мы любуемся листопадом разноцветных листьев. Также в определённое время появляются и исчезают насекомые, прилетают одни и улетают другие птицы.

Однако на начало этих изменений, как и развитие живой природы, влияют изменения погодных условий. Вот уже несколько десятков лет мы видим изменения погоды и климата. Эти изменения вызваны, скорее всего, воздействием человека на окружающую среду (например, повышением выбросов углекислого газа).

Мы, обычные люди, живущие в городах, редко обращаем на это внимание, поскольку всё меньше зависим от окружающей среды. Однако изменения в природе, особенно если они часто повторяются, могут говорить о более масштабных и продолжительных процессах в окружающей нас среде. Оценить эти воздействия можно по фенологическим данным развития растений, содержащим информацию о механизмах влияния на растение внешних модифицирующих факторов [1].

Снижение общего уровня знаний и понимания в этой области неблагоприятно и опасно не только для жителей отдельного города, для населения всей Земли. Проведение фенологических наблюдений необходимо для изучения того, как явления внешней среды влияют на местную и интродуцированную растительность. Эти наблюдения также помогают понять, как изменение погоды и климата, насекомые-вредители и деятельность человека изменяют структуру растительных сообществ и их функциональные характеристики.

К сожалению, в последнее время практически отсутствуют данные по изучению сезонной ритмики древесно-кустарниковой растений на территории нашего города и окружающих его лесах. А эти данные, (которые получают в результате фенологических наблюдений) очень важны. Данные по вегетации необходимы для подбора растений при озеленении а также для оценки эстетических и санитарно-гигиенических свойств растений, подборе наиболее устойчивых к городским условиям и вредителям и болезням видов и сортов..

Изучение с учащимися природных явлений нелегко решать на теоретических занятиях. Ведь оно непосредственно связано с наблюдениями и опытами в природе. Кроме этого, необходимо знание основ организации проведения опытно-практической и умения их применять на практике. При этом важно, чтобы методы и методические приемы работы были в первую очередь освоены самими педагогами. Фенологические наблюдения имеют большое практическое значение как для различных отраслей сельского и лесного хозяйства, так и для других отраслей народного хозяйства и фундаментальных и прикладных наук (например, метеорологии и климатологии).

Фенологические наблюдения важны и в обучающем процессе. Они содержат много ценных педагогических элементов, дают простор исследовательской работе. Их проведение помогает развитию внимания, наблюдательности, памяти, логического мышления детей – качеств, необходимых при изучении естественных наук.

Разработанные рекомендации составлены в помощь учащимся, желающим расширить представления о природе Черноморского побережья Кавказа, ее особенностях и взаимосвязи всего живого, занимающимся краеведением, опытнической и исследовательской работой, а также их педагогам.

Основные понятия и термины фенологии

Чтобы не было ошибок и неправильного толкования, а также для более четкого понимания предмета мы решили привести объяснение основных понятий , наиболее часто употребляемых в фенологии понятия и термины.

В биологии фенология - научное направление, изучающее ежегодные периодические явления в жизни живой природы и их связь с погодными условиями.

Основу фенологических знаний образуют фенологические наблюдения, дающие сведения о сроках (календарных датах) наступления конкретных сезонных явлений.

Объект наблюдений- растения и животные, растительные ландшафты) или элементы климата, водоемы и прибрежные участки моря, у которых в течение года проходят циклические изменения. Объектами наблюдений, как правило, считаются не отдельные экземпляры растений и животных, а группы экземпляров одного вида в пределах участка наблюдений.

Фенологическими явлениями называют сезонные изменения в жизни растений и животных (распускание листьев, листопад, прилет и отлет птиц и т.п.).

Сезонное явление - состояние объекта, в котором он находится в момент (день) наблюдений. Так как в каждом конкретном состоянии объект может наблюдаться лишь в строго определенное время года, то все его состояние понимается как сезонное явление.

Фенологическая дата (фенодата)- конкретная календарная дата наступления отмечаемого сезонного явления.

Фенологическая фаза (фенофаза)- сезонное состояние объекта, в котором он находится в течение некоторого периода развития. Фенофазу чаще всего описывают тремя явлениями (этапами):началом, массовостью и окончанием ее развития.

Фаза-индикатор - сезонное явление, наступление которого позволяет предсказать вероятные сроки наступления других сезонных явлений.

Календарь природы– хронологическая таблица сезонных явлений (летопись природы), в которой помимо данных в течение года по каждому явлению приводятся соответствующим образом вычисленные средние многолетние даты. Это разделение года на качественно различающиеся фенологические периоды - сезоны и под сезоны, каждому из которых свойственно специфическое состояние объектов живой и неживой природы и их особое взаимодействие.

Общие правила ведения фенологических наблюдений за растениями

Фенологические наблюдения будут иметь научный и практический интерес только в том случае, когда они будут проводиться по единой методике. Деревья, кустарники, травянистые растения и сельскохозяйственные культуры должны составлять достаточно большие группы, сосредоточенные в наиболее типичных условиях.

Выбор места наблюдений. Дикорастущие растения в лесах и лесопарках должны находиться в местоположениях, характерных для данной местности и темы исследования (например, «Растения поймы среднего течения реки»). В населенных пунктах такими местами могут быть городские или пригородные парки, сады, скверы, аллеи, бульвары, хорошо озелененные улицы, газоны, цветники и т.д.

Если это предусматривается целями и задачами исследования, условия места наблюдения (участка) могут отличаться от условий общегородской среды. Это позволяет рассматривать их как отдельные биогеоценозы городского ландшафта. Однако предпочтение желательно отдавать участкам, наиболее отдаленным от центра населенного пункта.

Площадь и конфигурация выбранных участков могут быть разными и могут находиться на некотором расстоянии друг от друга. Но неизменным должна быть их похожесть [2].

Участок (участки) наблюдений по возможности необходимо выбирать так, чтобы они находились либо поблизости от места проживания исследователей, либо недалеко от школы, где проводятся занятия.

Маршрут наблюдений следует проводить так, чтобы можно было а) одновременно наблюдать как можно больше объектов, б) чтобы как можно легче было провести наблюдение за всем объектом, а только за какой-либо его частью и в) чтобы доступ к объектам был достаточно прост в любое время года и при любой погоде

Составление описания. После того как выбраны участки и намечены маршруты наблюдений, необходимо детально их описать. Без точной характеристики мест наблюдений трудно сравнивать и анализировать фенологическую информацию, поступающую от разных наблюдателей. Описание целесообразно дополнить схематической картой с обозначением местонахождения основных растительных объектов. Это обеспечивает преемственность в наблюдениях, продолженных другим лицом.

В описании следует по возможности указать: а) протяжённость маршрута; б) общий характер рельефа (равнина, склон холма, овраг т.д.); в) условия увлажнения (сухо, влажно); г) окружение по сторонам света (ориентиры: здания, дорога, река); д) господствующие виды растительности по ярусам) [2,3].

Выбор растений для наблюдений. Все предполагаемые объекты наблюдений должны находиться там в количествах, достаточных для проведения наблюдений. Объекты наблюдений должны быть широко распространены (исключение – интродуцируемые виды или виды садовых и огородных культур у растений или инвазивные насекомые). Это необходимо для получения однотипности наблюдений.

Для наблюдения необходимо выбирать средневозрастные, хорошо развитые здоровые деревья и кустарники. Если обследуется лесной или лесопарковый массив, выбирают растения, наиболее характерные для данной местности (если нет другой цели, например, при акклиматизации и интродукции сорта или вида).

Важно! Древесные растения на участке должны быть представлены не одиночными экземплярами, а достаточно большими группами (не менее 5 шт.) [2, 3, 4].

Сроки и регулярность наблюдений - важнейшее условие получения надежных фенологических данных. Научная и практическая ценность

наблюдений зависит от того, насколько точно определены даты наступления сезонных явлений. Наиболее точные результаты дают ежедневные наблюдения.

Весенние наблюдения за деревьями и кустарниками следует начинать с того дня, когда температура воздуха в дневные часы в тени приближается к $+5^{\circ}\text{C}$. Поскольку в весеннее время явления сменяются быстро, весной наблюдения необходимо проводить ежедневно.

Летом при наблюдениях за культурными растениями на опытных участках или парковой зоне можно проводить наблюдения 2-3 раза в неделю, для дикорастущих растений допускаются более продолжительные перерывы (но не реже 1 раза в неделю). В конце лета и осенью, в период созревания плодов и семян или отлета птиц, снова возникает необходимость в более частых наблюдениях. В осенне-зимний период возможно проводить наблюдения 1 раз в 10 дней. [3, 5].

По возможности, постоянным должно быть и время суток, в которое проводятся наблюдения. Рекомендуется проводить их в утренние часы, поскольку, во-первых, весной в это время зацветает большинство растений, а во-вторых, это время наибольшей жизнедеятельности птицы, а в летнее время .

Если в процессе наблюдений велись наблюдения за погодными условиями, данные фенологических наблюдений за растениями можно использовать при разбивке всего периода вегетации растений (начиная от посева семян или посадки рассады, саженцев) на отдельные периоды, для сравнения с данными метеорологических наблюдений.

Важно! Совершенно необязательно во всех опытах проводить все возможные фенологические наблюдения. Они должны вытекать из задач опыта или из необходимости расшифровки ранее полученных урожайных данных. Небольшое число хорошо продуманных и целеустремленных наблюдений, действительно характеризующих особенности развития растений, обусловленные влиянием изучаемого в опыте фактора, гораздо ценнее, чем груды шаблонных описаний фаз развития, весьма трудоемких, но в дальнейшем обычно не используемых [3,6,7].

Правила записи фенологических наблюдений

При проведении фенологических наблюдений необходимо соблюдать следующие правила:

- записи следует вести не на отдельных листочках, а в отдельной тетради (дневнике наблюдений). В начале тетради следует указать имена участников наблюдений, название (тему) исследования (работы), виды объектов наблюдения, схему их расположения и их число. Если ведутся метеорологические наблюдения, то записи об этом следует вести на этой же странице.

- запись в дневнике должна проводиться непосредственно в ходе проведения наблюдения;

- в дневнике перед началом записи следует указать дату время начала наблюдения, указывая состояние погоды и явления в неживой природе, изменения в растительном и животном мире;

- записи должны быть как можно более полными, с необходимыми пояснениями;

- в дневник следует заносить не только необходимые (запланированные) данные, но и сведения о других явлениях, которые привлекли к себе внимание. [2, 4, 7].

Возможные ошибки при проведении записей наблюдений:

- наиболее часты ошибки с датами наблюдений. Часто трудно различить, написано «3» или «5», «1» или «7», «6» или «8». Особенно часты ошибки, когда число, обозначающее месяц, пишут римскими цифрами.

- когда срок наблюдения приходится на выходной или праздничный день, его либо не проводят вообще (особенно когда наблюдения необходимо проводить ежедневно или через день), либо переносят на день-два вперёд. Таким образом, нарушается периодичность наблюдений и их достоверность [7, 8].

- не следует использовать для записей карандаши с твёрдым грифелем (с маркировкой «Н»), желателен карандаш с маркировкой «3В» (мягкий). Использование карандаша хорошо тем, что при ошибочной записи её легко стереть и заменить правильной, а не зачёркивать.

- вопреки рекомендации не пользоваться шариковой ручкой мы считаем это допустимым. Записи пастой не смываются водой (в том редком случае, когда тетрадь может попасть под дождь или в воду), в отличие от чернильных ручек (из-за чего, наверное, запрет и сохранился).

Фенологические наблюдения и фиксация фенофаз у древесно-кустарниковых растений

Учитываемые фенофазы и количество фенологических явлений внутри каждой фазы определяет сам исследователь совместно с руководителем (педагогом) и зависят от целей проводимых фенологических наблюдений. Если это кратковременный опыт, цель которого – изучить особенности растения в течение одной или нескольких фаз развития растения, учитывают только отдельные фазы-индикаторы сезонного развития природы или наиболее хозяйственно важные: цветение, созревание плодов и семян. Если же цель - получить достаточно полное представление о фенологических особенностях растений того или иного вида (формы) в условиях определённой местности (например, Черноморском побережье Кавказа), наблюдения проводят в течение всей вегетации и в них включают все основные фенофазы.

Признаки наступления фенологических явлений одной фазы у древесных пород. Отмечать начало каждой фазы следует, когда в нее вступит 10% растений того или иного вида (если наблюдается большая группа) или хотя бы 2-3 особи. Если наблюдения ведутся за одним растением, начало фазы отмечают, когда распустится до 10% цветков или

листьев. У деревьев и кустарников началом считают появление признака этой фазы будут хотя бы на отдельных ветках.

Массовое наступление фазы отмечают в тот день, когда в нее вступит не менее 50% растений (или на одиночном дереве распустится 50% цветков или листьев).

Фенологические фазы древесно-кустарниковых пород. Древесно-кустарниковые породы – интересный объект наблюдений как из-за своей декоративности, так и из-за возможного использования их в качестве лекарственных (например, гингко двулопастный, стеркулия платановидная) или даже плодовых культур (магония Биля, бутия головчатая). Одновременно следует изучать их как ценные интродуценты, а для этого оценивать их приспособляемость к новым условиям.

Различают следующие фазы (в основном они относятся к листопадным и хвойным породам):

1.) Начало сокодвижения (отмечают по появлению из ранки сока);

2.) Набухание почек. Признаком набухания почек является появление на почечных чешуйках в результате их роста более светлых полосок, уголков, пятнышек. В зависимости от типа почек у различных пород различают:

- у цветковых растений с опушенными чешуйками (яблоня, виноград) отмечается по появлению опушения другого тона. У пород, не имеющих почечных чешуй (крушина, калина), за набухание почек принимают их рыхление.

- у хвойных пород:

- виды, у которых почки покрыты смолой (пихта сибирская, сосны обыкновенная и крымская), то разрушение смоляного покрова в верхней части почки, обнажение почечных чешуй и их посветление и будет являться сигналом их вегетации;

- у видов со слабо осмоленными почками или вообще неосмоленными (лиственницы) начало вегетации отмечают по посветлению верхушек почек, расхождению наружных чешуй и появлению между ними более светлых полосок или каемок (сосны - кедровая, сибирская и европейская) либо по разрыхлению чешуй и отгибанию их концов (ели - обыкновенная, сибирская, восточная и саянская).

- у хвойных пород с голыми почками (можжевельники, туи, кипарисы) эта фаза отмечается по расхождению кончиков чешуевидных или игольчатых листьев.

Распусканием почек считают появление кончиков листьев между чешуйками. У цветочных почек между разошедшимися чешуйками обычно проглядывают верхушки бутонов.

3.) Появление листьев. Фаза разворачивания первых листьев наступает, когда листовые почки уже раскрылись, листочки стали разворачиваться, но листовые пластинки еще не разгладились.

У хвойных пород под фазой зеленения подразумевают момент, когда хвоинки начинают отделяться друг от друга своими верхними кончиками.

У большинства видов древесных растений распускание и рост листьев происходят параллельно с ростом побегов; у видов рода Сосна распускание молодой хвои начинается перед окончанием их роста.

Наблюдения за осенней раскраской листвы и листопадом у деревьев и кустарников ведут не по отдельным органам растений, а за всей кроной (эти наблюдения ведутся только у листопадных пород). Это важный признак декоративности древесно-кустарниковых пород, и его следует обязательно проводить.

Началом раскраски листвы считают появление первых по-осеннему раскрашенных листочков (хвоинок) или целых веточек (прядок).

Полную осеннюю раскраску отмечают в день, когда листва у растений полностью приняла осеннюю раскраску (небольшое количество зеленых листьев во внимание не принимают). У сосны внутренняя часть кроны становится желтой, "опаленной".

Датой конца листопада следует считать день, когда кроны деревьев и кустарников полностью освободились от листвы. Важно! Небольшая часть листьев на вершинах крон во внимание не принимается [12].

4.) Цветение. Началом цветения у ветроопыляемых растений (ольха, лещина, тополь, осина, граб, ясень, ель, сосна, можжевельник, дуб, и др.) считается высыпание пыльцы из лопнувших пыльников при дуновении ветерка или встряхивании ветки.

У деревьев и кустарников с хорошо выраженным околоцветником (черешня, яблоня, рябина, липа, боярышник и др.) начало цветения отмечается, когда появляются цветки с вполне раскрывшимся венчиком. Начало цветения у бобовых (например, белая акация, гледичия) отмечают по раскрытию первых лепестков (парусов), а у калин - первых мелких цветков внутренней части соцветия (краевые цветки у них бесплодны).

У голосеменных (гингко, цикас, сосновые, кипарисовые и т.д.), растений фазе бутонизации соответствует фаза обособления на побегах микро и макростробилов, а фазе цветения - фаза пыления.

Конец цветения наступает, когда на растениях не осталось нераскрытых цветков, лепестки их завяли и осыпаются. У ветроопыляемых растений соцветия перестали выделять пыльцу и в массе опадают.

Следует иметь в виду, что у некоторых древесных пород (конский каштан, алыча, яблоня, каллистемон) происходит вторичное цветение - преждевременное зацветание в конце лета или осенью цветков, заложенных в почках для будущего года.

Плодоношение. Начало плодоношения определить нелегко, но эта фаза очень важна. Считают, что сочные плоды растений (черешни, смо-

родины, ежевики, яблони и др.) созрели, если они приобрели свойственную им окраску, стали мягкими, съедобными.

У пород с сухими, несъедобными плодами определить на глаз созревание трудно, чаще всего наблюдают их рассеивание (опадение), хотя и не у всех таких растений плоды, созревая, сразу же опадают. Признаком созревания семян, кленов, грабов, ясеней является появление под деревьями первых крылаток, у лещины и дуба - первых зрелых плодов и желудей, у бобовых - побурение и растрескивание бобов с выбросом семян. У вереска, рододендронов, самшита, спирей, пузыреплодников, сиреней созревание плодов определяется по полному побурению коробочек или высыпанию из них семян при встряхивании, у липы - по полному побурению орешков, у ольхи - по началу побурения шишек и раздвижению чешуек.

Массовое плодоношение отмечают в тот момент, когда возможен сбор плодов и семян для хозяйственных целей [8, 10, 11,12].

Необязательно проводить фенологические наблюдения за всем перечисленными фазами. Следует выбирать фазы основные, особенно когда эти наблюдения проводятся не самостоятельно, а включаются составной частью в исследовательскую работу.

Фенологические наблюдения за интродуцентными видами древесно-кустарниковых растений

Сочи – город не только курортный. Уникальные для нашей страны климатические условия позволяют выращивать здесь завезённые со всех континентов нашей планеты (за исключением Антарктиды) субтропические растения. Однако, прежде чем использовать растения в озеленении или садоводстве, проводятся интродукционные исследования с целью выяснения пригодности для них почвенно-климатических условий нашего региона.

Изучение фенологии ввозимых растений в новых условиях произрастания является неотъемлемой частью интродукционных исследований. Одним из направлений в изучении приспособительных возможностей интродуцируемого вида в культуре является сравнение феноритмов интродуцента в новых условиях произрастания с датами наступления и продолжительностью фенофаз у местных видов, а также с уже успешно интродуцированными представителями рода, близкими по биологическим особенностям.

Долгое время этим занимались научные сотрудники сочинского отделения Института лесоводства и лесной механизации, частью которого является парк «Дендрарий». Сейчас этой работой могут заниматься учащиеся в рамках изучения школьных предметов или во внешкольной деятельности, помогая этим нашей науке.

Примерная тематика исследований новых перспективных декоративных видов:

- а) влияние температурного фактора на сезонное развитие интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений;
- б) сезонное развитие местных и интродуцируемых древесно-кустарниковых растений в различных экологических условиях;
- в) сравнительный анализ фенологических фаз развития аборигенных и интродуцентных видов древесно-кустарниковых растений;
- г) воздействие антропогенных факторов на интродуцентные виды древесно-кустарниковых растений.

Наблюдения в плодовом саду

Фенологические наблюдения за плодовыми культурами имеют свои особенности. Очень часто фенологические наблюдения становятся дополнительной частью опытов и исследований по разработке агротехники выращивания той или иной культуры, и здесь важны в первую очередь особенности прохождения фаз образования бутонов–цветения–образования плодов–плодоношения. При изучении методов борьбы с насекомыми-вредителями и болезнями, наоборот, важными становятся первые фазы. Какие же фазы развития проходит плодоносящее дерево сада? Их несколько: 1) набухание почек; 2) распускание плодовых почек; 3) распускание вегетативных (ростовых) почек; 4) выдвижение соцветий; 5) обособление цветочных бутонов; 6) цветение; 7) завязывание плодов; 8) осыпание излишней завязи; 9) смыкание чашелистиков у завязей; 10) рост плодов; 11) прекращение роста побегов; 12) созревание плодов; 13) листопад. Фазы со второй по шестую часто быстро сменяют друг друга. Поэтому для простоты наблюдений некоторые фазы можно не фиксировать (если в этом нет особой необходимости).

Для наблюдений младших школьников над смородиной, крыжовником, малиной, ежевикой или их гибридами (йоштой, ежемалиной и т.д.) также можно не отмечать некоторые фазы, ограничившись следующими: распускание листьев, цветение, созревание плодов, листопад. У земляники для этого следует оставить: начало образования молодых листьев, полное засыхание прошлогодних листьев, цветение, созревание ягод, появление первых усов.

Поскольку плодовые древесно-кустарниковые культуры достаточно разнообразны и поскольку главными фенофазами у них являются фазы, связанные с плодоношением, мы считаем необходимым привести фенофазы по отдельным группам плодовых (Приложение. Таблица 1).

Наблюдения за погодой

Погодные условия сильно влияют на развитие видов растений и животных в течение всего вегетационного периода. Чтобы наши данные фенологических наблюдений стали как можно более полезными для проводимого исследования или исследователей, которые будут пользоваться результатами этих наблюдений, для новых исследований или при продолжении этого же исследования, желательно, чтобы вы при прове-

дении наблюдений попутно регистрировали некоторые простые погодные показатели:

- температура (желательно регистрировать до десятых долей) - влияет на рост и развитие растений: опасна не только низкая, но и излишне высокая температура (например, её повышение свыше $+30^{\circ}\text{C}$ подавляет рост картофельных кустов и клубней в почве);

- уровень облачности: полная или частичная (можно указать облачное покрытие в процентах) - чем больше облаков, тем слабее идёт фотосинтез;

- осадки: дождь или снег и направление ветра (регистрировать по возможности) [10].

Для краткости и простоты записи можно пользоваться условными обозначениями, которыми пользуются метеорологи .

Фенонаблюдения

Для практических целей важно знать не только сроки фенологических явлений, но и их количественную оценку. Благодаря количественному учету цветения растений можно установить примерные размеры будущего урожая плодов, семян, что важно для лесного хозяйства. Запасы ягод, орехов, шишек, грибов выступают показателями кормовых ресурсов, оказывающих влияние на численность многих животных. При слабом урожае животные мигрируют, переселяются в другие районы.

Очень важными могут быть измерения роста растения в длину и его массы. Это, например, поможет установить зависимость между колебаниями прироста в течение фазы (или иного временного интервала) и изменениями погодных или почвенных условий.

Оценку цветения и плодоношения деревьев, кустарников и ягодников производят во время массового цветения или плодоношения, урожайность плодов орешника, дуба, тополей, ив, осин определяют при массовом опадании плодов и семян.

Учет степени цветения и плодоношения каждого вида производится по многим особям растений данного вида в лесу и одновременно по отдельным единично стоящим или растущим на опушке деревьям.

Основные феноинтервалы древесных растений. Основными феноинтервалами у древесных декоративных и плодовых растений являются: длина периода вегетации, т.е. количество дней от начала вегетации до её конца; длительность периода цветения; скороспелость (длительность периода от начала цветения до созревания плодов; длительность листопада (для листопадных растений); длительность периода покоя (от начала глубокого покоя до его окончания); длительность вынужденного покоя.

Список использованной литературы

1. Герасимова А. А. Фенологический мониторинг древесно-кустарниковой растительности г. Тюмени. Автореферат. – 2015. - 19 с. <http://www.tsaa.ru/content/files/upload/248/avtoreferat.pdf>).
2. Методика фенологических наблюдений в ботанических садах СССР. М.- ГБС АН СССР. 1975, 29 с.
3. Р.С. Камахина, Л.А. Лохотская. Фенологические наблюдения и опыты на пришкольном учебно-опытном участке. Учебно-методическое пособие. – Казань: 2014 г. - 51 с
4. Интродукция декоративных растений: Метод.указания/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном.ф-т; Сост. Васильева О.Ю.- Новосибирск, 2015. – 16 с
5. Щукин С.В. Опытническая работа учащихся на учебно-опытном участке. Пособие для учителя. М., «Просвещение», 1971 – 207 с.
6. Папорков М.А. и др. Учебно-опытная работа на пришкольном участке: Пособие для учителей/ М.А. Папорков, Н.И. Клинковская, Е.С. Милованова. –М.: Просвещение, 1980.– 255 с., ил.
7. Аксенова Н.А. и др. Фенологические наблюдения в школьных лесничествах. М.-Агропромиздат, 1985, 95 с.
8. Янцер О. В. Общая фенология и методы фенологических исследований в школе: практические и самостоятельные работы. Урал.гос. пед. ун-т. – Екатеринбург : Раритет, 2018. – 114 с.
9. Булыгин Н. Е. Дендрология.- 2-е изд., перераб. и доп.- Л.: Агропромиздат. Ленингр. отд-ние, 1991.- 352 с, ил.
10. Гизатуллина Г.Ф. "Методика проведения фенологических наблюдений в эколого-биологических образовательных учреждений" Стерлитамак-2010 <https://www.studsell.com/view/79789/?page=1>
11. Яновский С. А. Программа организации и ведения фенологических наблюдений: Методическое пособие. М., Экосистема, 1996. 29 с
12. Васильева О.Ю. Интродукция декоративных растений: Метод.указания/ Новосиб. гос. аграр. ун-т. Агроном.ф-т - Новосибирск, 2015. – 16 с
13. Организация и ведение фенологических наблюдений Журнал «Биология в школе», № 3, № 4, 2000 г.

Приложение

Таблица 1

Фенологические фазы плодово-ягодных культур

Плодово-ягодные культуры	Яблоня, груша, слива, черешня	Набухание почек, распускание листовых почек, распускание цветочных почек, развертывание листьев, бутонизация, цветение (отдельно фиксируется фаза родового бутона), завязывание плодов, созревание пло-
--------------------------	-------------------------------	---

		дов, окончание роста побегов, съемная спелость плодов, листопад (начало, конец)
	Малина, ежевика	Начало вегетации (начало распускания почек - у ежевики, появление прикорневых побегов над почвой - у малины); цветение: начало (зацвело 5-10% цветков), конец (отцвело 90% цветков), степень (по 5-балльной шкале), продолжительность; созревание: начало, массовое, конец (осталось 5% дозревающих плодов), продолжительность; конец роста прикорневых побегов у малины, начало укоренения верхушек однолетних побегов у стелющейся ежевики
	Земляника, клубника, гибриды	Возобновление роста почек, выдвигание цветоносов, появление бутонов, Цветение (отмечаются типы цветка – женский, гермафродитный, с недоразвитыми тычинками): начало (5% цветков), конец (у 75% цветков осыпались лепестки, остальные завяли); созревание: начало, массовое, конец (дата последнего сбора ягод); возобновление роста и образование усов, изменение окраски листьев (дата начала, цвет, степень выраженности пигментов)
Орехо-плодные	Грецкий орех, фундук	Начало вегетации (набухание почек) цветение: начало, конец (цветение мужских соцветий и женских цветков); окончание первого и начало второго роста побегов; наличие и время вторичного цветения; съёмная зрелость плода, листопад (начало, конец)
	Инжир	раздвижение чешуй, появление листьев, полное облиствение, появление летних соплодий (если есть повторные генерации – указать), созревание соплодий, листопад
	Киви, виноград	Начало сокодвижения, распускание почек, появление листьев и начало роста побегов, начало цветения (сбрасывание колпачка венчика цветка), рост ягод, созревание ягод, листопад

4. Использование смартфона при макросъемке

Глоба-Михайленко И. Д.

Любое исследование окружающего мира начинается с его наблюдения. Но наблюдение – это не просто созерцать окружающее. Это - в первую очередь умение видеть отдельные составляющие выделять из них наиболее важные объекты и явления. Во многом то, как будет проведено наблюдение, какова будет оценка увиденного и её интерпретация, зависит от опыта наблюдателя. Поэтому требуется организация обучения процессу познания и, особенно, исследовательской деятельности.

Одним из важных орудий изучения природы является фотография. Уже больше 100 лет она стала изучения природы так же необходима, как микроскоп для микробиолога, телескоп для астронома. Без фотоаппарата не может обойтись ни одна из многочисленных дисциплин естествознания. Он служит для изучения всех царств природы, так и мертвой. Обучаясь фотографировать, изучать фотографии, мы одновременно учимся наблюдать, анализировать, сравнивать, обобщать. Учимся открывать новые, невидимые до этого стороны окружающего мира.

До недавнего времени фотокамера (оптическая или цифровая) была обязательным инструментом каждого юного исследователя. Однако наука не стоит на месте. Одним из самых важных изобретений, перевернувших жизнь человека, стали смартфоны. Более того, они занимают и в мире, и в жизни всё больше и больше места. Что это именно так, подтверждают, например, данные портала TAdviser: вместо компьютеров и планшетов всё чаще делают покупки самого популярного гаджета – смартфона (и его «старшего брата» - планшета

Самой полезной функцией в смартфоне, на наш взгляд является функция цифрового фотоаппарата. Она позволяет, не используя фотоаппарат и сменные объективы, делать снимки удалённых или мелких объектов. Это особенно важно в опытнической и исследовательской деятельности при изучении объектов и процессов живой и неживой природы. Ведь основное достоинство фотографии – её документальность, то есть возможность отобразить и зафиксировать мельчайшие детали объекта съёмки.

Конечно, смартфон во многом уступает хорошему фотоаппарату, однако обладает рядом преимуществ. Они заключаются в его компактности, гораздо большей простоте использования, отсутствии необходимости применения сменных объективов, возможности ведения (с использованием имеющихся функций или легко устанавливаемых приложений) других измерений и заметок. К тому же, как уже говорилось выше, смартфон всегда под рукой. Особенно важно, что фотографии, получен-

ные смартфоном, можно быстро отправить для ознакомления или сохранения на любой компьютер и любому адресату.

Также необходимо отметить, что смартфон имеет функцию не только фото-, но и видеосъемки. Это позволяет наблюдать не только сам объект, но и процессы, происходящие с ним во времени.

Очень удобно использовать смартфон для макросъемки объектов в опытах и исследованиях учащихся. Дорогие фотоаппараты с дорогими фотообъективами по понятным причинам редко используются в такой деятельности. А обычные цифровые фотоаппараты-«мыльницы» имеют незначительное (обычно в 3-4 раза) увеличение. Для такой съемки специальные, часто дорогостоящие объективы. Но можно воспользоваться либо смартфоном, у которого есть функция увеличения, либо воспользоваться имеющимися в Интернете программами-приложениями, позволяющими проводить макросъемку объекта наблюдения.

Предлагаемые рекомендации предназначены для учащихся и педагогов, в чьих исследованиях, опытах или учебном процессе требуется показ на уроках математики, биологии, экологии, а также в исследовательской деятельности учащихся.

Что такое макросъемка

Делая фотоснимки, мы чаще всего получаем его пропорционально увеличенное или уменьшенное (масштабированное) изображение. Масштаб фотосъемки обычно составляет от 1:10 до 10:1 (или реже до 20:1). Вспомнив школьный курс географии, определим, что объект размером 1 см на фотоизображении будет иметь величину от 0,1 см до 15 см. Таким образом, макросъемка - это вид фото- или киносъемки для получения изображений средних и мелких объектов, их деталей или особенностей их структуры [4]. Обычно её проводят с очень близкого (30 см и менее) расстояния. При этом небольшой объект занимает почти все пространство кадра. Используя этот вид съемки, можно увеличить изображение объекта и, таким образом, запечатлеть детали, обычно неразличимые человеческим глазом.

Различают любительскую макросъемку, которую применяют для получения художественных снимков, и научную макросъемку. Её применяют для иллюстрации промежуточных или окончательных результатов эксперимента или исследования, комментирования процессов наблюдения. Самые популярные объекты макросъемки: цветы, насекомые, человеческие глаза и любые другие высоко детализированные мелкие предметы, а также физические и химические процессы.

Специальные методы фотографии. В исследовательской фотографии применяются также специальные методы как, например, сравнительная и измерительная съемки.

Сравнительная съемка производится с целью сравнительного исследования полученных изображений. Изображения исследуемых объектов должны быть выполнены в одном масштабе, в одном ракурсе, в одина-

ковых условиях; полученные снимки должны быть смонтированы в тексте рядом, а сравниваемые признаки размечаются цифрами.

Измерительная съёмка - использование фотографии для определения истинных размеров объектов, а также расстояний между объектами. Самый простой способ измерительной съёмки — это съёмка с линейным масштабом {масштабная съёмка). Объект снимается вместе с масштабной линейкой; при этом линейка размещается рядом и в плоскости снимаемого объекта. Освещение должно быть равномерным и освещать всю поверхность снимаемого объекта [5].

Особенности способа фотофиксации хода и результатов в исследовательской работе учащихся:

- он делает процесс исследования наглядным;
- интересен ребёнку и необременителен для него;
- помощь со стороны родителей всегда посильная, своевременная, предполагает творческий подход к обработке фотоинформации;
- учит сравнивать, анализировать, обобщать;
- его не сложно применить в практической деятельности педагогов.

Основное требование к фиксации результатов наблюдения состоит в том, что запись, по возможности, должна вестись одновременно с наблюдением [5].

История микрофотографии

История смартфона началась в 19 веке, когда Александр Белл создал телефон, а через 70 лет Алан Тьюринг – концепцию компьютера. До начала 90-х годов они развивались как самостоятельные направления. В 1992 году появился прообраз смартфона - телефон IBM «Саймон». Он объединил в себе телефон и органайзер, а также содержал несколько простых игр. Правда, весил он больше полкило, стоил почти 1000 долларов и не имел своей операционной системы. Затем гибриды телефона с коммуникатором появлялись у разных фирм, и различались между собой тем, насколько велика в них была доля телефона. Если больше – это «смартфон», если меньше – «коммуникатор». Но постепенно различия стёрлись, а более простое слово «смартфон» вытеснило своего соперника [6].

Современный смартфон и его особенности

Современный смартфон отличают следующие особенности.

1. Портативность. Вес типичных смартфонов и многих планшетов не превышает 300 граммов, а размеры позволяют им уместиться в карманах одежды. Поэтому их можно использовать не только в помещении, пришкольных или учебно-опытных участках, но и на экскурсиях и в походах.

2. Определённый набор функций. Такие гаджеты, помимо ожидаемых функций (например, встроенные часы, фотоаппарат, калькулятор) содержит произвольный набор дополнительных функций (в часы может

быть встроен карты местности, GPS-навигатор, компас, микрокомпьютер, плеер и т.п.).

3. Возможность установки дополнительных приложений. Установленные на смартфон, эти приложения могут значительно расширить диапазон применения смартфона как многофункционального исследовательского прибора.

4. Ограниченные возможности. Большинство смартфонов не имеют возможности расширения функционала за счёт присоединения дополнительных модулей. Поэтому приходится использовать дополнительное программное обеспечение, также обладающее ограниченными возможностями из-за их слабости. Также они, зачастую, комплектуются недостаточно ёмкими аккумуляторами. Типичное время автономной работы 8-12 часов при средней интенсивности использования дополнительных функций. Это следует учитывать при использовании встроенных функций (например, фотоаппарат и его вспышку) или дополнительного программного обеспечения (например, измерения площади листьев или электронной лупы/бинокля). Иначе ведение наблюдений может прерваться на самом интересном месте.

Как работает цифровой фотоаппарат

Как нам кажется, не разобравшись в том, как происходит процесс формирования изображения в смартфоне, невозможно правильно фотографировать и получать хорошие фотографии. Кроме этого, данные, приведённые в этом разделе, можно использовать на уроках физики.

Разрешение матрицы фотоаппарата. Разрешающая способность (качество изображения, или разрешение цифрового фотоаппарата), основывается на количестве горизонтальных и вертикальных светочувствительных элементов, расположенных на сенсоре, или матрице. Каждый из этих элементов (пикселей) формирует одну точку на изображении. Чем больше разрешение матрицы, тем больше этих элементов и тем выше детализация (чёткость изображения) получаемого снимка. Первые цифровые камеры (и смартфоны) имели несколько тысяч пикселей, современные – не менее 6 млн. за единицу разрешения берут 1 мегапиксель (Мп или Мпк).

Фотокамеры смартфонов с высоким значением разрешения (большим числом Мп) обеспечивают отображение в кадре большего количества деталей, хорошую резкость. Снимки, сделанные камерами с высоким разрешением, можно увеличивать без потери характеристик изображения. Но если для общих снимков достаточно разрешения в 5 Мп, то для макросъёмки или передачи цветовой гаммы желательно иметь камеру с матрицей не менее 10 Мп.

Цифровой зум. Зум - это параметр оптического объектива фотоаппарата, позволяющий изменять масштаб объекта, тем самым увеличивая изображение удаленных объектов. Этот эффект достигается за счёт изменения положения линз объектива (рис. 1, приложение). К сожалению,

на простых смартфонах – а именно они имеются у большинства школьников – оптический зум отсутствует. Поэтому масштабирование изображения происходит при помощи программного обеспечения смартфона уже после съёмки. Другими словами, картинка в буквальном смысле вырезается и растягивается до максимального количества мегапикселей, которое имеет сенсор камеры.

На фотоаппаратах существует оптический (за счёт изменения расстояния между линзами объектива) и цифровой (за счёт встроенной программы, «растягивающей» изображение) зумы. В фотографиях с малой глубиной резкости вы должны четко выбирать точку для фокусировки. Существует несколько режимов фокусировки (то есть установки интервала, в котором весь объект – или его часть – будет видна чётко, а не расплывчато) с различными возможностями, в зависимости от типа и размеров снимаемых объекта. Но для съёмки вполне достаточно установить режим *автофокусировки*. Он имеется у большинства современных смартфонов и представляет собой автоматическую («самостоятельную») настройку фокуса при изменении расстояния до объекта. К сожалению, большинство «бюджетных» смартфонов у учащихся имеет слабое увеличение.

Режим макросъёмки. Чаще всего функция «Зум» используется для съёмки удалённых объектов. Для макросъёмки, т.е. съёмки близкорасположенных объектов (например, частей цветка, насекомых и т.д.), большинство смартфонов не приспособлены. Дело в том, что их камеры не предназначены для съёмки объектов, располагается максимально близко к объективу. Чем ближе объектив камеры к объекту съёмки, тем меньше будет глубина резкости. На практике это выглядит так: вы снимаете бутон розы, но на снимке в фокусе оказываются лишь пара лепестков, а все остальные детали уходят в размытие.

Режим киносъёмки. Видеосъёмка это такая же неотъемлемая функция смартфона с тех самых пор, как их стали снабжать камерами. Очень удобная функция. Она позволяет следить не за отдельными моментами процесса, но за всем или, как минимум, за частью этого процесса.

Функции, не связанные напрямую с фотографированием. Эти функции, хотя и не связаны напрямую с процессом фотографирования, но помогают организовать этот процесс:

- *функция GPS-навигации* позволяет определять местоположение. Это очень удобно при составлении маршрута при проведении наблюдений на большой площади.

- *календарь* (на самом деле – функция органайзера). Эта функция позволяет планировать и контролировать периодичность наблюдений.

- *функция OTG* – позволяет напрямую соединить смартфон с внешним накопителем, сканером, принтером. Можно подключить к аппарату веб-камеру или клавиатуру с мышкой для осуществления записей.

- *голосовой блокнот* – приложение позволяет делать текстовую запись-комментарий наблюдаемого объекта, используя микрофон (программы «Голосовой блокнот» /Simple Seo Solutions и «Блокнот ввода голоса» Pacific Fisher Group).

3. Практическая часть.

Использование смартфона в исследовательской работе: настройки.

Даже не подгружая новые программы, при проведении опытнической и исследовательской работы можно воспользоваться частью функций, уже имеющихся в смартфоне. Этим программ немного (и число их зависит от уровня версии установленной операционной системы).

Для макросъемки достаточно поработать с ключевыми установками:

- произвести настройку фотоаппарата. Для этого надо войти в настройки (иконка «шестеренка»).

- в открывшемся разделе «Разрешение» (или «Разрешение и качество») нужно выбрать максимальные параметры. Это касается и основного, и фронтального модуля. Качество следует установить «лучшее» (или «супер»).

- затем перейти в раздел «Еще». Здесь расположены расширенные настройки. *Частоту* нужно поставить на максимум, фокус — на «лицо», насыщенность — на одну-две единицы, цветовой баланс и непосредственно режим лучше настроить на автомат. Контраст и яркость поначалу трогать не стоит. Несмотря на простоту операции, её следует проводить тщательно, ведь на увеличенном изображении все ошибки и огрехи особенно заметны.

Техника макросъёмки

Макросъемка представляет собой фотографирование объектов, которые на фото выходят гораздо больше своих реальных размеров. Для того, чтобы получить хороший снимок, следует соблюдать определённые правила:

Очистить линзы смартфона от пыли и иных загрязнений перед началом съемки - первое, но неочевидное и редко соблюдаемое правило. Между тем, даже крошечный отпечаток на линзах может сделать фотографию размытой или не в фокусе.

Увеличить глубины резкости. Чем крупнее вы снимаете объект, тем меньше света попадает на матрицу. Параллельно со снижением освещённости уменьшается и глубина резкости («толщина» слоя, где изображение видно чётко, не размыто). Единственное средство увеличения видимой глубины резкости, это правильное расположение камеры относительно объекта съемки.

Организовать правильное освещение. Камеры большинства смартфонов не предназначены для макросъёмки. Также они довольно плохо справляется с близким фотографированием при слишком сильном освещении объектов (обычно это бывает при съёмке в солнечный день). Поэтому следует избегать попадания прямого потока света на объект. Что-

бы «смягчить» свет (сделать его менее ярким и равномерным) можно использовать собственную тень на объекте или простейший диффузор (поместить между источником света и объектом просвечивающий предмет: лист белой бумаги, кальку и т.д.). С его помощью вы сделаете яркий свет, более рассеянным, а значит – более мягким.

Правильный выбор фона. Для того чтобы подчеркнуть определенные детали на снимке, недостаточно просто сфокусировать объектив на предмете съёмки. Важно не допускать совпадения тонов (цвета) фона и объекта в кадре (например, снимать зеленое на зеленом, белое на белом или светлое на светлом). Тоны и цвета должны быть контрастными.

Фотографирование с помощью вспышки позволяет обеспечить кадр необходимым количеством света либо в слишком солнечную погоду убрать контрастные тени. Функция "фокусироваться на кадре" делает акцент на моих героях.

Фокусировка. Используйте ручной фокус, а не автоматический. При макросъёмке со смартфона даже малейшие движения могут сбить фокус. Прежде чем фотографировать макро, переведите ваш смартфон с автофокуса на ручной. Когда вы будете фотографировать, сфокусируйтесь в нужном месте и тогда ваш снимок не смажется, даже если у вас трясутся руки.

Фотографирование по-снайперски. Размеренное дыхание и фотографирование на выдохе позволят получить более чёткий снимок, так как в этот момент наше тело расслабляется. Снимая насекомых, следует двигаться медленно и не шуметь. У насекомых нет ушей, но они очень чутко реагируют на посторонние звуки.

Использование встроенного режима HDR («High Dynamic Range», т.е. высокий динамический диапазон), в некоторых случаях позволит получить более качественные макроснимки. Последовательность действий: 1. Активировать режим съёмки телефона. 2. Выбрать «HDR» в режиме съёмки. 3. Навести камеру телефона по центру экрана и фотографировать объект.

Важно! В HDR-режиме процесс съёмки занимает чуть больше времени, потому в объективе не должно быть движения объектов, а сам телефон нужно держать практически неподвижно. Если в телефоне нет этого HDR режима (старая модель), можно установить приложения, позволяющие работать с HDR (Camera HDR Studio, HDR Camera)

Интересный эффект может получиться также при съёмке листьев, цветов и деревьев на просвет. Сделайте несколько снимков, слегка меняя ракурс и положение камеры. Свет, струящийся через предмет съёмки, может создать по-настоящему эффектный кадр.

Объективы для макросъёмки. Как уже говорилось выше, большинство бюджетных смартфонов из-за своих особенностей не предназначены для макросъёмки, и увеличение осуществляется не за счёт оптического объектива, а за счёт «объектива» цифрового (встроенной програм-

мы, «растягивающей» изображение). Тем не менее, можно воспользоваться советами умельцев из Интернета и изготовить из подручных материалов внешний объектив для макросъёмки.

Объектив из капли воды. Самая простая линза – это капля воды. Чтобы фотографировать через неё, нужно несколько простых вещей: глазная пипетка или шприц на 2 мл (продаются в любой аптеке), ватная палочка, ткань для протирки очков или бязевый платок - и немного сноровки. Последовательность действий:

- положить смартфон на ровную горизонтальную поверхность;
- набрать в пипетку, 2-мл шприц немного воды;
- пипеткой, шприцем или ватной палочкой поместить каплю воды на объектив основной камеры смартфона. У большинства смартфонов вокруг основного объектива есть небольшой бортик, поэтому капля не расплывётся, а останется внутри;
- быстро перевернуть смартфон;
- фотографировать.

Важно! Чем меньше капля, тем меньше фокусное расстояние этой «линзы» и тем ближе следует приближать объект к смартфону. Следует потренироваться, чтобы капля при переворачивании оставалась на месте.

Приложения-лупы. Если же исследователь не имеет навыков мастера Самоделкина из журнала «Мурзилка» или ему просто лень отрываться от своего смартфона, можно воспользоваться приложениями-«лупами», разработанными для смартфонов. Важно! Цифровое увеличение достигается за счёт «растяжения» изображения. Поэтому в дешевых моделях с камерами более низкого качества изображение будет размыто, не резко. Поэтому при их использовании не стоит давать большое увеличение.

В Интернете можно найти много приложений-луп. Ниже приводится описание наиболее, на наш взгляд, интересных:

- ВашаЛупа (Magnifier)/App2U. Размер приложения – 4,8 МБ. Количество функций, на наш взгляд, излишне большое. Управление достаточно простое. После запуска включается встроенная камера, на экране отображается изображение с матрицы и шкала регулировки зума. Также присутствуют дополнительные возможности – ручная фокусировка и включение подсветки, режим «заморозки» изображения. Расстояние от объекта до камеры при максимальном увеличении достаточно большое - 15 см.

- Лупа и Микроскоп (Cosy Magnifier & Microscope)/Hantor. Достаточно много функций. Даёт увеличение до 10 раз. Контрастные параметры (чёрно-белое, сепия, цветное изображение), которых нет в других приложениях. Имеется режим «замораживания» изображения. Ползунки контрастности и яркости немного сложны в использовании на планшетах. Усложнён возврат на главный экран.

- Увеличительное стекло (Magnifying Glass) Bluelight)/Nova Apps. 10-кратное увеличение, имеются фильтры для облегчения чтения и включения планшета Android или подсветки телефона. Функции: масштабирования, освещения и фильтрации. Имеется руководство по использованию и режим настройки функций, но, к сожалению, на английском языке. Раздражает наличие рекламы.

Лупа+фонарик (Magnifier) /RVApp Studios. Минимальный набор иконок; настройки руководство на русском языке. Возможность использования как основной, так и тыловой камеры. Удобный бегунок масштабирования (увеличения). К сожалению, даёт увеличение только в 6 раз. Режим «заморозки» отсутствует.

- Увеличительное стекло, лупа и фонарик (Лупа Плюс) /Digitalchemy. На наш взгляд, это наиболее подходящее приложение для использования учащимися. Даёт достаточно чёткое изображение при увеличении в 8 раз. Дополнительная опция - возможность кратного увеличения уже увеличенного изображения от 2 до 4 раз (то есть от 16 до 32 раз).

Штативы. Во время съёмки следует держать смартфон двумя руками, чтобы избежать смазывания изображения. Смартфон следует держать горизонтально чтобы захватить весь кадр. В вертикальном положении снимают в основном высокие объекты. Однако гораздо лучше, если съёмка будет производиться с опоры, чтобы не «смазать» снимок.

Из интернет-источников можно взять варианты простейших самодельных штативов (Приложение. Рис. 1, 2, 3, 4), сделанных из подручных средств. К сожалению, эти штативы не приспособлены ни для съёмки с регулированием высоты, ни для вертикальной съёмки. Но для этой цели можно использовать «селфи-палку» (монопод), помещённый на один из этих самодельных штативов.

Кроме использования при наблюдениях в опытно-исследовательской деятельности учащихся и преподавателей, этот приём можно использовать и урочной или внеурочной деятельности в школе.

Список использованной литературы

1. Детское телесмотрение. Опубликовано доклад MOMRI <http://mediaprofi.org/media-info/analytics/item/12382-detskoe-telesmotrenie-v-rossii-doklad-momri>
2. Филиппова А.Г. Криминалистика. М.: 2007- 441 с..
3. Смартфон - что это такое, его история и перспективы развития. <https://zen.yandex.ru/media/prosmartfon/smartfon-cto-eto-takoe-ego-istoriia-i-perspektivy-razvitiia-5d321ab180879d00b64f0adb>
4. Надежные способы улучшить камеру смартфона для макросъёмки. <https://mobileimho.ru/reviews/sposoby-uluchshit-kameru-smartfona/>
5. Макро-линза с каплями воды. <https://www.instructables.com/id/How-to-make-a-water-drop-macro-lens/>.
6. Как сделать штатив для телефона из подручных средств <https://memblog.ru/osnovy/kak-polzovatsya-shtativom-dlya-telefona.html>

7. Абдулов, Р. М. А13 Методика применения современных технических средств в процессе обучения физике (на примере цифрового фотоаппарата) [Электронный ресурс] : методические рекомендации / Р. М. Абдулов ; Урал. гос. пед. ун-т. – Электрон. дан. – Екатеринбург : [б. и.], 2017. – 1 электрон. опт. диск.

Приложение



Рис.1



Рис.2



Рис.3



Рис.4