



# Исследования наземного покрова и биологические исследования



Программа **GLOBE™**  
Учебное исследование



# Исследования наземного покрова и биологические исследования Краткий обзор



## Практические работы

Определение общего класса наземного покрова на первом уровне классификации MUC

*Качественные исследования наземного покрова на пробных участках*

Данные, собираемые однократно для каждого типа наземного покрова:

Координаты GPS, фотографии пробных участков, определение класса по системе MUC

*Количественные исследования наземного покрова на пробных участках*

Данные, собираемые однократно для каждого типа наземного покрова:

Координаты GPS, фотографии пробных участков, биологические измерения, определение класса по системе MUC

*Биологические измерения*

Данные, собираемые один или два раза в год на участке для биологических исследований, и один раз в год на пробных участках для количественных исследований наземного покрова

Определение доминантных и содоминантных типов растительности

Биологические измерения: высота и окружность деревьев, биомасса травы, сомкнутость крон, наземный растительный покров

*Система классификации MUC*

*Картирование наземного покрова вручную*

*Картирование наземного покрова с использованием заданных параметров*

*Оценка точности*

Составление матрицы различий и ошибок, вычисление общей правильности, интерпретация результатов

## **Предлагаемая последовательность проведения занятий**

- (Перед выполнением практических работ желательно провести ряд учебных занятий)
- Прочтите раздел *«Методы дистанционного наблюдения»* в *«Руководстве к исполнению»*.
- Прочтите со своими учащимися разделы *«Письмо ученых»* и *«Интервью»*.
- Выберите участок и определите на нем общий наземный покров до первого уровня классификации МУС.
- Проведите практическую работу *«Качественные исследования наземного покрова на пробных участках»*, либо практическую работу *«Количественные исследования наземного покрова на пробных участках»*.
- Перед проведением следующей практической работы проведите учебное занятие *«Обзор местности»* для ознакомления с концепцией системы.
- Проведите практическую работу *«Биологические измерения»* и заложите участок биологических исследований.
- Перед проведением следующей практической работы проведите учебное занятие *«Классификация листьев»* для ознакомления с концепцией классификации.
- Проведите практическую работу *«Система классификации МУС»*.
- Перед выполнением следующей практической работы проведите учебные занятия *«Одиссея глаз»* для ознакомления с методами дистанционного наблюдения, и *«Осторожно, горячо!»* для ознакомления с изображениями в ложных цветах.
- Проведите изучение учебного пособия *«Интерпретация результатов вручную»* из *«Набора приборов и материалов»*.
- Если вы будете проводить обработку изображения на компьютере, проведите изучение учебных пособий *«Ознакомление с программой MultiSpec»* и *«Классификация с использованием заданных параметров»*.
- Проведите практическую работу *«Картирование наземного покрова вручную»*, либо практическую работу *«Картирование наземного покрова с использованием заданных параметров»*
- После проведения следующей практической работы проведите учебное занятие *«Место для открытий»*.
- Перед проведением следующей практической работы проведите учебное занятие *«Ознакомление с матрицей различий и ошибок, или в чем разница?»*.
- Проведите практическую работу *«Оценка точности классификации»*.



# СОДЕРЖАНИЕ



## **Приветствие: исследования наземного покрова и биологические исследования**

Письмо ученых .....	Приветствие - 6
Познакомьтесь с группой по исследованиям наземного покрова и биологическим исследованиям .....	Приветствие -7

## **Введение**



Крупным планом .....	Введение-1
Данные учащихся-участников программы GLOBE как исходная информация для моделей .....	Введение-3
Цели обучения .....	Введение-3

## **Практические работы**



Как проводить исследования наземного покрова и биологические исследования .....	Практические работы-2
Качественные исследования наземного покрова на пробных участках .....	Практические работы-13
Количественные исследования наземного покрова на пробных участках .....	Практические работы-20
Биологические измерения .....	Практические работы-23
Система классификации MUC .....	Практические работы-35
Картирование наземного покрова вручную .....	Практические работы-49
Картирование наземного покрова с использованием заданных параметров .....	Практические работы-51
Оценка точности .....	Практические работы-53



## **Учебные занятия**



Классификация листьев .....	Учебные занятия-2
Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок .....	Учебные занятия-6
В чем разница? .....	Учебные занятия-25
Одиссея глаз.....	Учебные занятия-45
Осторожно, горячо! .....	Учебные занятия-60
Место для открытий.....	Учебные занятия-73
Обзор местности.....	Учебные занятия-75
Сезонные изменения на участках для биологических исследований. ....	Учебные занятия-86





## **Приложение**

Шаблон клинометра ..... Приложение-2

Таблица значений тангенсов ..... Приложение-3

Рабочий лист ввода данных доминантной и  
содоминантной растительности ..... Приложение-4

Рабочий лист ввода полевых данных ..... Приложение-6

Рабочий лист ввода данных классификации MUC ..... Приложение-8

Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе  
классификации ЮНЕСКО (MUC) ..... Приложение-9

Глоссарий ..... Приложение-38



# Письмо ученых

Преподавателям, участвующим в программе GLOBE:

Привет и добро пожаловать! Перед вами новые материалы для исследований по наземному покрову и биологических исследований. В действительности это не полностью новые материалы, поскольку преподаватели и учащиеся, участвующие в программе GLOBE, проводили биологические измерения на своих участках-«пикселах» с самого начала этой программы. Некоторые классы интерпретировали спутниковые изображения своей местности, хотя до настоящего времени это нельзя было назвать формальными



практическими занятиями. «формальной» процедурой. При составлении этой новой подборки материалов мы попытались связать воедино биологические измерения с наблюдениями типа наземного покрова непосредственно на различных участках поверхности Земли, а также с картированием наземного покрова вашей местности с помощью спутниковых изображений, предоставляемых вам программой GLOBE. При этом мы добавили новые практические работы для биологических измерений травостоя в луговых типах покрова, кроме имевшихся измерений деревьев, а также процедуры для оценки правильности составления карт наземного покрова - важный аспект науки о методах дистанционного наблюдения и глобальном мониторинге. Мы также выбрали и модифицировали новую систему классификации наземного покрова, которая, как мы надеемся, будет более полной, чем система, использовавшаяся ранее. Нашей целью является привлечь вас и ваших учащихся к участию во всех этапах наших исследований в области дистанционного наблюдения и картирования наземного покрова, проводящихся в Университете штата Нью-Гемпшир. Сообщите, пожалуйста, ваше мнение о нашей программе, и что вы думаете о новых учебных материалах.

С наилучшими пожеланиями,

соисполнители программы по исследованиям наземного покрова и биологическим исследованиям

*David S. Bartlett*

д-р Дэвид С. Бартлетт

*Russell G. Congalton*

д-р Расселл Г. Конгалтон

*Janet W. Campbell*

д-р Дженет У. Кэмпбелл

*Eleanor Abrams*

д-р Элеанор Эйбрамс

*Mimi L. Becker*

д-р Мими Л. Бекер

# Познакомьтесь с группой по исследованиям наземного покрова и биологическим исследованиям

Скопируйте и раздайте учащимся

Интервью с учеными

Приветствие

Введение

Практика

Занятия

Приложение

В этом разделе обобщается деятельность групп по биологическим измерениям и по оценке правильности составления карт, работающих в Университете штата Нью-Гемпшир, которые составили материалы для раздела «Исследования наземного покрова». Для группы по оценке правильности составления карт ответственным исполнителем по научной части является д-р Расселл Конгалтон, а ответственным исполнителем по учебной части - д-р Мими Бекер. Для группы по биологическим измерениям ответственным исполнителем по научной части является д-р Дэвид Бартлетт, а ответственным исполнителем по учебной части - д-р Элеанор Эйбрамс. Г-н Гэри Лаутен является сотрудником группы по биологическим измерениям. Перечисленные выше исследователи, работающие по теме «Исследования наземного покрова», участвовали в этом интервью.

Д-р Конгалтон. Я занимаюсь спутниковыми данными, аэрофотосъемкой и дистанционными наблюдениями или картированием наземного покрова по всему миру. Я получил свои научные степени в области лесного хозяйства. Многие люди не считают лесное хозяйство наукой, но на деле эта область знания имеет глубокую научную основу и совмещает дисциплины. Для работы в этой области надо знать физику, компьютеры, биологию, статистику, математику.

GLOBE. *Когда я думаю о лесном хозяйстве, я сразу представляю себя в лесу...*

Д-р Конгалтон. ... играющей в шахматы с медведем Смоки?

GLOBE. *...на вышке, наблюдая дикую природу. Но вы работаете в университете. Как же вы в свое время представляли себе лес?*

Д-р Конгалтон. Нет, не в виде медведя Смоки. Я никогда не мечтал о том, чтобы жить в глухом лесу и стирать свою одежду в ручье. Я тем не менее постоянно бываю в лесу. Однако, когда идет дождь или снег, я предпочитаю находиться в своем кабинете. Мне нравится мой компьютер.

GLOBE. *Проводите ли вы время за лабораторными исследованиями?*

Д-р Конгалтон. Моя лаборатория - компьютерная лаборатория. Компьютеры позволяют нам производить статистический анализ, а также различные преобразования спутниковых данных и результатов аэрофотосъемок для целей картирования.

GLOBE. *Значит, информация, с которой вы работаете, приходит в основном с неба?*

Д-р Конгалтон. Да, но спутниковые данные необходимо подтверждать путем наземных наблюдений. Некоторые вещи просто не могут быть определены со спутников - например, виды растений, размер которых слишком мал, чтобы увидеть их со спутника. Мы хотим подтвердить правильность карт, составленных в последние годы по дистанционным данным, чтобы проследить, какие



изменения происходят на Земле. Для очень многих местностей у нас нет подтверждения, насколько точно спутниковые данные и аэрофотосъемка соответствуют действительности. Нам необходимо знать, насколько точны данные дистанционных наблюдений со спутников для того, чтобы подтвердить правильность решений, которые мы принимаем на основании этих данных.

*GLOBE.* *Какие это решения?*

Д-р Конгалтон. Например, существует много различных оценок наземного покрова бассейна Амазонки. Фактически же не было сделано ни одного аккуратного обзора этих данных. Различные авторы публикуют цифры о том, что вырубается такое-то количество деревьев в день, но никто не проводил оценку достоверности этих данных, чтобы определить, что именно происходит.

Д-р Бартлетт. Мы используем компьютерные модели и наши знания - например, о том, как растения используют солнечную энергию, воду и питательные вещества - для того, чтобы моделировать и в итоге прогнозировать поведение экосистем. Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, могут помочь нам. Например, когда мы пытаемся воспроизвести условия в какой-либо местности, мы должны знать, какого рода растительность и условия окружающей среды в ней существуют. Данные, полученные в ходе программы GLOBE, дают нам такую информацию. Программа GLOBE важна также для подтверждения моделей. Подтверждение

моделей - это процесс сравнения результатов моделирования с измерениями, сделанными на местности.

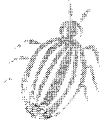
*GLOBE.* *Когда вы говорите о моделировании, вы имеете в виду прогнозы на будущее в соответствии с какими-то определенными параметрами?*

Д-р Бартлетт. Мы имеем в виду прогнозы изменений. Что произойдет, если я изменю среднегодовую температуру на пять градусов? Или если я уменьшу среднегодовые осадки в данной местности на 50 сантиметров? Заложите эти данные в модель и посмотрите, что она прогнозирует. В этом заключается настоящая сила моделирования, но она основана на сравнении результатов моделирования с реальными данными, а в настоящее время единственные реальные данные, которыми мы располагаем, основаны на наших собственных, ограниченных ресурсах, и данных, получаемых учащимися.

*GLOBE.* *Что такое данные дистанционного наблюдения?*

Д-р Бартлетт. Для программы GLOBE это прежде всего спутниковые данные. Преимущество спутников в том, что они могут собирать данные в течение длительного времени. Именно это необходимо для глобального мониторинга окружающей среды.

*GLOBE.* *Что именно видит или измеряет спутник? Может ли он различать растительность? «Здесь зеленый цвет - должно быть, это трава!»*



Г-н Лаутен. Спутник не знает, что он видит. Все, что он воспринимает - это яркость определенного участка поверхности. Спутник Landsat воспринимает свет в видимом спектре, а кроме того - инфракрасное излучение ближнего и среднего диапазона. В целом, он видит то же самое, что и наши глаза, но в дополнение к этому еще ближний и средний инфракрасный спектр.

*GLOBE.* Были ли уже случаи, когда учащиеся помогли подтвердить спутниковые данные?

Д-р Конгалтон. Мне такие случаи неизвестны. И, несомненно, этого не делалось в таком масштабе, как это осуществляет программа GLOBE.

*GLOBE.* Мы обычно представляем себе ученых как одиночек, работающих в своих лабораториях поздно по ночам. Ваша группа не подходит под такое определение. Вы работаете совместно. Почему?

Д-р Бекер. Мы имеем дело со сложными системами как на глобальном, так и на локальном уровнях. Большая часть работы, которую мы проводим, носит междисциплинарный характер, и для решения наших проблем нам необходимо работать совместно.

Д-р Бартлетт. Программа GLOBE представляет собой уникальный случай сотрудничества между научными работниками и школьной программой в области естественных наук. Нет такого специалиста, который мог бы в одиночку охватить все стороны науки об окружающей среде на мировом уровне, а также

научные концепции для начинающих учащихся. В нашей области специалисты по разным дисциплинам постоянно работают совместно.

*GLOBE.* Каковы вопросы, ответы на которые помогут вам получить данные программы GLOBE?

Д-р Бартлетт. Мы хотим узнать, как функционирует система, охватывающая всю Землю. Однако вся Земля - это очень сложная система. Одним из подходов является упрощение этой проблемы - обратить внимание на процессы, которые связывают всю эту систему воедино. Например, существует небольшое число важных материалов, компонентов и питательных веществ, которые необходимы живым организмам в том или ином виде в течение их жизни. Сюда относятся вода, углерод, азот, сера, солнечная энергия. Все растения, независимо от того, растут ли они в пустынях или в тропиках, для своего существования нуждаются в определенной комбинации этих элементов. Таким образом, для изучения того, как функционирует растительность, мы изучаем круговорот этих материалов. Методы дистанционного наблюдения играют в этом важную роль, хотя они и не могут дать нам ответы на все вопросы.

Д-р Бекер. Как специалист в области экологической политики я заинтересована в анализе взаимоотношений людей и экосистем. Каким образом мы сможем поддерживать здоровые локальные и глобальные экосистемы при постоянно продолжающемся



антропогенном влиянии? В случае сильно нарушенных экосистем, существуют ли пути ограничения деятельности человека для восстановления основных экологических функций? Какого рода решения для этого необходимы? Какого рода информация необходима для изменений политики и экологического образования населения?

*GLOBE.* Вы - специалист в области политики?

Д-р Бекер. Я - специалист в области естественных ресурсов и экологической политики, поэтому меня интересуют взаимоотношения людей и их сообществ с системами Земли, которые поддерживают их существование.



*GLOBE.* Вы - женщина. Каково было ваше отношение к науке, когда вы учились в средних и старших классах школы?

Д-р Бекер. Мое отношение к науке претерпело изменения. Я прошла через период времени, когда не предполагалось, что женщины могут достигнуть успехов в области естественных наук или математики. Я до сих пор в известной мере побаиваюсь математики, но умею ею пользоваться в случае необходимости. Мой отец был фотографом, и мне приходилось возиться с химикалиями и работать в фотолаборатории.



*GLOBE.* Что вы собираетесь делать с полученными результатами?

Д-р Бекер. Существуют, например, проблемы, связанные с дефицитом воды или землепользованием. Они могут быть решены только действиями на местах. Поэтому я ищу сотрудничества с учащимися



с тех местностях, где, по моим данным, существуют такие проблемы. Мы попробуем понять, что там происходит и как этот процесс зависит от местной политики и управления ресурсами. Я заинтересована в обучении людей тому, как проводить исследования, чтобы они могли получать информацию, интерпретировать ее и применять к решению проблем в масштабе своих регионов или водосборных бассейнов.

*GLOBE.* Говоря о действиях на местах, вы имеете в виду местных ученых, власти или коммерческие организации?

Д-р Бекер. Одним из путей, который мы выбрали для решения ряда серьезных проблем, является контакт между учеными, законодателями, предприятиями, которые загрязняют окружающую среду и населением, которое заинтересовано в здоровых условиях жизни в конкретном биорегионе. Учащиеся, участвующие в программе GLOBE, контактируют с местным населением, информируют его о наличии проблемы и рассматривают совместные действия для возможности ее разрешения. Таким образом, мое внимание сосредоточено на выяснении того, как функционирует данная система, что об этом должно знать население и как оно может получить информацию, необходимую для решения проблемы.

*GLOBE.* Таким образом, научные исследования лежат в основе таких изменений?

Д-р Бекер. Совершенно верно. Понимание проблемы начинается с ее научного исследования. Необходимо понять причины и следствия, а затем найти пути решения проблемы. Научные

исследования незаменимы, так как они обеспечивают систематический подход к получению информации и ее оценке.

GLOBE.

*Каким образом исследователи получают информацию?*

Д-р Бартлетт.

Одним из путей для получения информации является создание сети опорных пунктов для сбора данных. Например, в 1950-х годах, когда Дэвид Килинг установил станцию для мониторинга концентрации углекислого газа в атмосфере на Мауна-Лау на Гавайских островах, никто не представлял себе, что деятельность человека уже начала оказывать влияние на глобальную концентрацию углекислого газа в атмосфере. Только после 15-20 лет сбора данных мы смогли увидеть четкую тенденцию возрастания концентрации углекислого газа. Используя систему участков для исследований по программе GLOBE, мы сможем определять имеющиеся тенденции.

Д-р Бартлетт.

Одним из путей, которым программа GLOBE может оказать свое влияние, является образование учащихся, которые когда-нибудь будут нести ответственность за политические решения. Они станут политиками, которые, как мы надеемся, смогут принимать более рациональные решения, чем те, которые принимаются в настоящее время, потому что они знакомы с научными исследованиями, проводили исследования окружающей среды в своей местности, проводили измерения ее параметров, и знают, как связаны между собой эти

данные. Я думаю, что они будут понимать все это гораздо лучше, чем понимали мы в их возрасте.





# ВВЕДЕНИЕ

Исследования наземного  
покрова и биологические  
исследования



## Крупным планом

Типы наземного покрова и площадь, занимаемая ими в определенной местности, являются важными характеристиками с точки зрения понимания Земли как системы, в которой происходит круговорот энергии, воды и химических элементов, необходимых для жизнедеятельности организмов - таких, как углерод, азот, сера и фосфор. В процессе круговорота энергии наземный покров оказывает влияние на отражение солнечной радиации от поверхности земли. Это, в свою очередь, влияет на нагревание атмосферы и на локальные и глобальные особенности климата. Характер атмосферной температуры оказывают влияние на то, какие растения, которые могут произрастать в данной местности, что большей частью определяет тип естественного наземного покрова. В ходе круговорота воды и биогеохимического круговорота, изменения в типах наземного покрова и площади, занимаемой им, оказывают влияние на круговорот воды, углерода, азота и серы между почвой, растениями и атмосферой.

Начиная с середины 1980-х гг. получила развитие область знания, известная под названием «Наука о системах Земли», которая изучает и пытается понять эти процессы и взаимодействие между атмосферой, гидросферой, биосферой, геосферой и криосферой. Школьники, участвующие в программе GLOBE, будут проводить картирование наземного покрова и наземные наблюдения, которые углубят понимание ими окружающего их ландшафта, а также помогут исследованиям ученых в области систем Земли. Такое картирование включает распознавание типов, или классов, наземного покрова.

Существует много систем классификации использования земельных угодий. В программе GLOBE мы используем приспособленную для наших целей международную систему классификации, которая принята Организацией Объединенных Наций и получила название системы модифицированной классификации ЮНЕСКО (MUC) (см. табл. LAND-P-3 и LAND-P-4).

Определение различных типов наземного покрова в конкретной местности может осуществляться различными путями. При изучении больших площадей, спутниковые данные являются обычным источником

изображений земной поверхности, которые используются для создания карт наземного покрова. Однако, само по себе спутниковое изображение поверхности, без знания специфики местности, не может дать полной информации о том, каков в действительности наземный покров. Наилучшим и наиболее полным источником информации о типах наземного покрова будет посещение местности и подробная наземная оценка ее характеристик. Данные, которые будут собирать ваши учащиеся в ходе таких оценок, представляют важный источник информации о наземном покрове в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км. В частности, подробные данные, полученные на пробных участках для исследований наземного покрова площадью 90 x 90 м, помогут лучшему пониманию характеристик *биомассы*, наземного покрова, и интенсивности фотосинтеза в вашей части света.

Естественная растительность имеет огромное значение для бесчисленного множества процессов и круговоротов, которыми интересуются исследователи систем Земли. Вы будете проводить несколько типов подробных измерений на некоторых наземных участках, где доминирует растительность. Эти измерения называются здесь «*биологическими измерениями*» и включают количественное определение размера растений и занимаемой ими площади на конкретных участках. Эта информация имеет важное значение по следующим причинам.

1. Хотя деятельность человека во многих местах сильно изменила естественную растительность и заменила ее другими типами наземного покрова, большая часть поверхности Земли все еще покрыта экосистемами, которые возникли в результате естественной эволюции под влиянием местных географических и климатических факторов. Поэтому знание типов и свойств растительности, имеющейся в данной местности, позволяет нам в определенной степени судить о других факторах окружающей среды, например, об осадках или температуре.

Крупным планом

Введение

2. Наземная растительность является одним из основных компонентов гигантской системы, которую мы называем Земля. Растения поглощают из атмосферы и почвы такие питательные вещества, как углекислый газ, азот, сера и фосфор, и участвуют в их круговороте. Из почвы растения поглощают воду, которая включается в их ткани и часть которой *выводится* в атмосферу. Кроме того, растения образуют основу всех трофических цепей, которые поддерживают существование прочих форм жизни.
3. Растительность может служить чувствительным индикатором изменений в локальной или региональной окружающей среде. Небольшие изменения климата или других факторов окружающей среды могут проявляться вначале как изменения в характере или скорости роста локальной растительности.
4. Изменения в растительности, вызванные деятельностью человека, влияют не только на сами растения, но и на все важные аспекты круговорота питательных веществ и воды, в которых растительность играет такую значительную роль. Для того, чтобы понять изменения, происходящие в системе Земли, необходимо проследить изменения в растительности - как естественные, так и вызванные деятельностью человека.
5. Поскольку растительность имеет столь важное значение, ориентированный на Землю спутниковый прибор (прибор тематического картирования), данные которого вы будете использовать для картирования, был специально спроектирован с целью определения и распознавания различных типов растительности. Кроме того, недавние исследования показали, что спутниковые данные меняются в зависимости от типа и состояния растительности, но для количественной характеристики и калибровки таких изменений необходимы наземные наблюдения.



Ввиду всех этих причин ваши карты и подробные данные ваших биологических измерений на участках с естественной растительностью будут очень полезны для исследований систем Земли. Ваши данные покажут нам, как со временем могут меняться важные факторы в системе Земли, и насколько чувствительными или выносливыми к изменениям окружающей среды являются экосистемы. Эти данные также улучшат нашу способность интерпретировать спутниковые изображения, с помощью которых мы производим мониторинг больших площадей поверхности Земли.

Ваши полевые наблюдения заполняют существующий большой пробел в понимании исследователями нашей планеты, поскольку даже с вашей помощью невозможно посетить все места и собрать все данные, которые нам необходимы. На это просто не хватает ни времени, ни денег, ни энергии. Поэтому использование данных дистанционных наблюдений (информации, которую предоставляют фотографии и спутниковые изображения) является критически важным для получения знаний, которые нужны для понимания Земли как единой системы. Каждая школа, участвующая в программе GLOBE, получает спутниковое изображение достаточно большой площади, по сравнению с величиной школы. У вас заняло бы много времени и было бы затруднительным посетить все места в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE площадью 15 x 15 км. В то же время одно изображение, получаемое прибором тематического картирования спутника Landsat, покрывает не только ваш участок, но и 100 других участков такого же размера. Используя методы, описанные в этой практической работе, вы сможете составить карту наземного покрова для всего вашего участка для исследований по программе GLOBE, как вручную, так и с помощью компьютерной программы под названием MultiSpec. С помощью таких карт наземного покрова, используя схему классификации MUC, вы и ваши учащиеся углубите свои знания о местности, окружающей вашу школу.

Заменяет ли составление карты наземного покрова по данным спутникового изображения наземные наблюдения на данном участке? Ни в коем случае! Сбор наземных данных критически важен для эффективного использования данных дистанционного наблюдения. Для того, чтобы на основе данных дистанционного наблюдения можно было составить карту наземного покрова, необходимо посещать некоторые наземные участки для их точной привязки к спутниковому изображению. Без таких наземных данных

было бы невозможно составить точную карту наземного покрова по данным спутниковых изображений.

Другая область, в которой используются ваши наземные данные - это подтверждение карт наземного покрова. Для любого исследователя жизненно важна возможность с уверенностью поместить на карту данные, собранные другими исследователями или автоматическими системами. Такая уверенность часто основана на определенных статистических параметрах, и именно это происходит в случае оценки карт наземного покрова, составленных по данным дистанционного наблюдения. Для того, чтобы иметь уверенность в точности карты наземного покрова и принимать решения на основании содержащихся в ней данных, критически важным является, чтобы карта была проверена, и было установлено, насколько она точна. Такой процесс проверки осуществляется путем сравнения пробных участков на карте с данными реальных наземных посещений этих участков. Итоги такого сравнения затем подводятся в форме таблицы, называемой матрицей различий и ошибок, которая показывает, насколько точно данная карта наземного покрова соответствует реальной ситуации на участке. Без таких наземных данных мы не могли бы составлять карты наземного покрова, ни проверять те карты, которые мы составили ранее.

## **Данные учащихся-участников программы GLOBE как исходная информация для моделей**

Исследователи включают данные учащихся-участников программы GLOBE в модели, используемые в их текущих научных проектах. Долгосрочной целью этих исследований является понимание первичных биогеохимических круговоротов на планете Земля. Сюда относится исследование таких первичных круговоротов, как круговорот углерода, серы, азота и воды. Общая стратегия состоит в том, чтобы использовать количественные модели для изучения того, как эти круговороты функционируют - как в естественных системах, где колебания в окружающей среде вызываются чаще всего изменениями климата, и в системах, где нарушения были вызваны деятельностью человека. В состав измерений, которые используются в программе GLOBE, в качестве исходной информации для моделей, включаются следующие:

- класс наземного покрова (согласно классификации MUC);
- максимальная и минимальная температура воздуха в течение вегетационного сезона;
- количество осадков в течение вегетационного сезона;
- размер окружности ствола деревьев на высоте 1,35 м и его изменения со временем;
- влажность почвы в течение вегетационного сезона.

Собирая данные путем проведения практических работ по исследованиям наземного покрова и биологическим исследованиям, вы и ваши учащиеся становитесь партнерами ученых в этой области исследований систем Земли. Суть такого партнерства в том, что каждый из участников привносит в него свой специфический вклад, что укрепляет сотрудничество. Вашим вкладом являются подробные знания о вашей местности - те, что вы имеете и те, что вы можете получить. Ученые-исследователи систем Земли помещают эти знания, на другом масштабном уровне, в контекст своих моделей и своей деятельности по изучению всей планеты. Только путем совместной работы мы можем надеяться достигнуть понимания как деталей, так и цельной картины систем Земли.

## **Цели обучения**

В основе этих исследований лежат две основные концепции. Первая из них - концепция систем, которые анализируются при проведении практических работ для исследования пробного участка и биологических измерений. К подчиненным концепциям относятся: продуктивность систем, границы систем, вход в систему и выход из нее, циклы и круговороты (смена времен года, обратные связи). В число процедур, которым обучаются учащиеся, входят репрезентативный отбор проб, косвенные и прямые измерения, классификация (с использованием обобщений и вариантов) и умение делать выводы на основании имеющихся данных.

Вторая основная концепция - это концепция моделей, понимание которой особенно важно для картирования и практической работы по оценке точности. К подчиненным концепциям относятся: отображение действительности, символическое отображение, масштаб, перспективы, местообитание, изменения в типе использования угодий, и фрагментация местообитаний. В число процедур, которым обучаются учащиеся, входят картирование, моделирование и подтверждение полученных данных.

### **Для чего ученые используют модели**

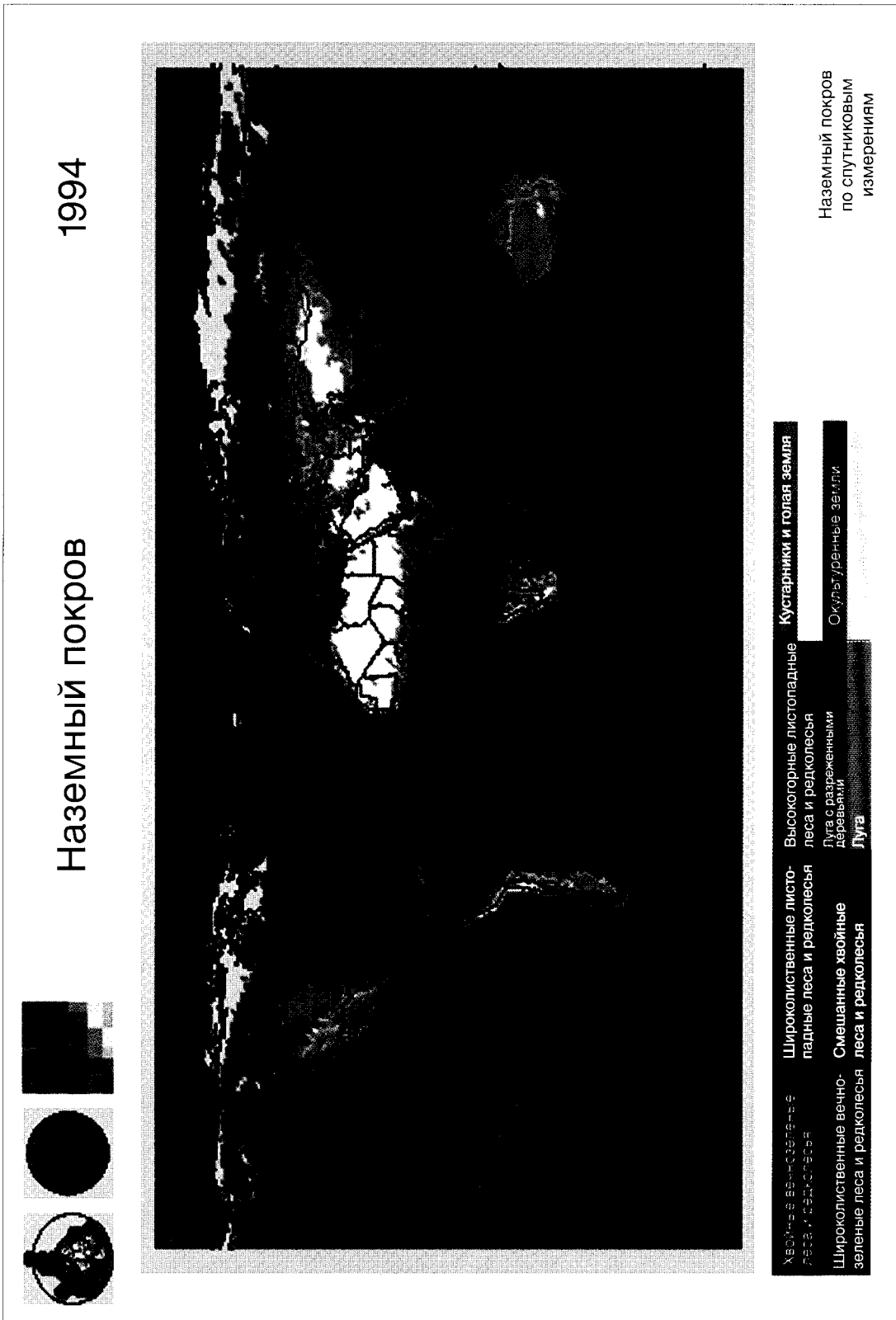
В детском возрасте мы все играли игрушками. Игрушки, по сути, являются физическими моделями, которые отображают предметы, имеющие значение в мире взрослых и которые недоступны для ребенка. Игрушечные дети-куклы, игрушечные машины и грузовики, игрушечные животные, и т.д. - все это примеры физических моделей, которые позволяли нам использовать наше воображение для исследования и лучшего понимания нашего детского мира. Ученые используют концептуальные или математические модели как орудие для исследования и лучшего понимания процессов и явлений реального мира. Существует ряд причин, по которым ученые используют модели.

Одна из причин использования моделей состоит в том, что они позволяют ученым оценивать процессы и явления, которые было бы затруднительно исследовать другими способами. Это, например, относится к изучению процессов фотосинтеза и *эвапотранспирации*. В обоих случаях скорость процесса зависит от обмена газов, происходящего через устьица листьев растений. Открытые устьица позволяют протекать обмену углекислого газа ( $\text{CO}_2$ ), кислорода ( $\text{O}_2$ ) и водяного пара, тогда как закрытые устьица сильно уменьшают скорость такого обмена. Измерение небольших количеств газа, обмен которого происходит в одном, отдельно взятом листе, возможно с помощью прибора, который называется «*инфракрасный анализатор газа*», однако такой анализ занимает много времени и позволяет одновременно анализировать только один лист. В то же время, если известны условия освещенности (полное освещение вызывает открытие устьиц, тогда как в облачную погоду у многих растений устьица закрываются), количество недавно выпавших осадков (от которого зависит наличие воды, необходимое для открытия устьиц), и максимальная температура (температура определяет скорость диффузии газов в ту или другую сторону через открытые устьица), может быть разработана модель, которая прогнозирует скорость обмена газов. Если известен объем листвы, могут быть смоделированы скорость фотосинтеза и эвапотранспирации для целых деревьев и (или) целого леса.

Другая причина использования моделей состоит в том, что для того, чтобы создать хорошо функционирующую модель (такую, прогнозы которой будут близки к реально измеренным результатам), исследователь, разрабатывающий ее, должен хорошо понимать моделируемый процесс. Создание модели побуждает исследователей рассматривать все переменные компоненты, поступающие в систему (такие, как  $\text{CO}_2$ ,  $\text{O}_2$  и водяной пар, а также температуру, доступные запасы воды, продолжительность и интенсивность солнечного освещения и т.д.), и взаимоотношения между этими переменными. Одним из результатов разработки модели является более глубокое понимание моделируемых процессов.

Третья причина, по которой используются модели, имеет отношение к нашей способности изменять параметры на входе для прогнозирования правдоподобных изменений на выходе. Этот аспект использования моделей является особенно ценным, когда непосредственное экспериментальное изменение переменных на входе модели непрактично или невозможно. Так, например, моделирование процессов фотосинтеза и эвапотранспирации позволяет ученым исследовать эффекты возрастающего содержания в атмосфере  $\text{CO}_2$  и потепления как на фотосинтетическую активность (или первичную продуктивность), так и на возвращение в атмосферу водяного пара (транспирация) в лесных местностях. Проведение подобных полевых экспериментов не представляется практически возможным.

Рис. LAND-I-1. Наземный покров земного шара





# Практические работы



## **Как проводить исследования наземного покрова и биологические исследования**

### **Качественные исследования наземного покрова на пробных участках**

Учащиеся определяют на месте пробные участки однородного наземного покрова площадью 90 x 90 м, фотографируют их и определяют их класс согласно классификации MUC (модифицированная система классификации ЮНЕСКО).

### **Количественные исследования наземного покрова на пробных участках**

Учащиеся определяют на месте и фотографируют пробные участки леса, редколесья или луговой растительности площадью 90 x 90 м, проводят на них измерения характеристик растительности, и определяют их класс согласно системе классификации MUC.

### **Биологические измерения**

Учащиеся проводят измерения характеристик растительности и определяют виды растений.

### **Система классификации MUC**

Учащиеся используют систему MUC для классификации наземного покрова.

### **Картирование наземного покрова вручную**

Учащиеся обозначают границы площадей, занимаемых различными типами наземного покрова в соответствии с дистанционным изображением, полученным прибором тематического картирования.

### **Картирование наземного покрова с использованием заданных параметров**

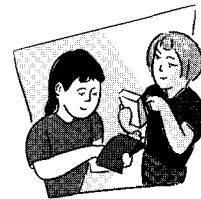
Учащиеся используют компьютерную программу MultiSpec для картирования наземного покрова методом классификации с использованием заданных параметров в соответствии с дистанционным изображением, полученным прибором тематического картирования, а затем классифицируют каждый кластер согласно системе MUC, и таким образом создают карту наземного покрова.

### **Оценка точности**

Учащиеся используют наблюдения, сделанные на пробных участках для исследования наземного покрова, для подтверждения данных дистанционного наблюдения путем составления матрицы различий и ошибок и определения точности составленных ими карт наземного покрова.



# Как проводить исследования наземного покрова и биологические исследования



Руководство «Исследования наземного покрова и биологические исследования» имеет три основные задачи.

1. Произвести детальные измерения на выбранных пробных участках в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE. Эти измерения используются учеными для исследования роста и изменений растительности и для подтверждения карт, составленных на основе данных дистанционного наблюдения.
2. Провести наблюдения на большом числе небольших площадей в пределах вашего участка исследований. Эти наблюдения используются учеными, и могут быть использованы вами, для подтверждения точности карт наземного покрова, составленных на основе данных дистанционного наблюдения.
3. Составить карту наземного покрова для всего вашего участка исследований. Эта карта будет использована для того, чтобы углубить знания об окружающей вас местности путем проведения наблюдений и измерений на выбранных пробных участках. По завершении этого исследования вы будете располагать большим объемом знаний об окружающей среде в окрестностях вашей школы и сможете следить за происходящими в ней изменениями.

## Участки для исследований

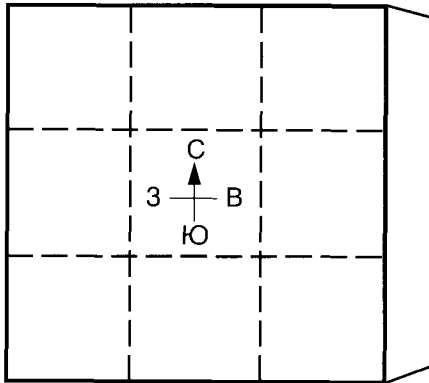
Для проведения работ по теме «Исследования наземного покрова и биологические исследования» требуется заложить участки двух различных типов. Участок первого типа называется участком для исследований по программе GLOBE и имеет размер 15 x 15 км.

Ваша школа находится в центре этого квадрата, спутниковые изображения которого будут предоставлены вам по программе GLOBE. Проводя практические работы и учебные занятия, относящиеся к данной теме исследований, вы и ваши учащиеся сможете приобрести подробные знания об этой местности, являющейся частичкой всемирной окружающей среды. Работая совместно, вы составите карту наземного покрова для всего вашего участка исследований, проведете наблюдения на большом числе небольших площадей в пределах этого участка и подробные измерения на некоторых из них.

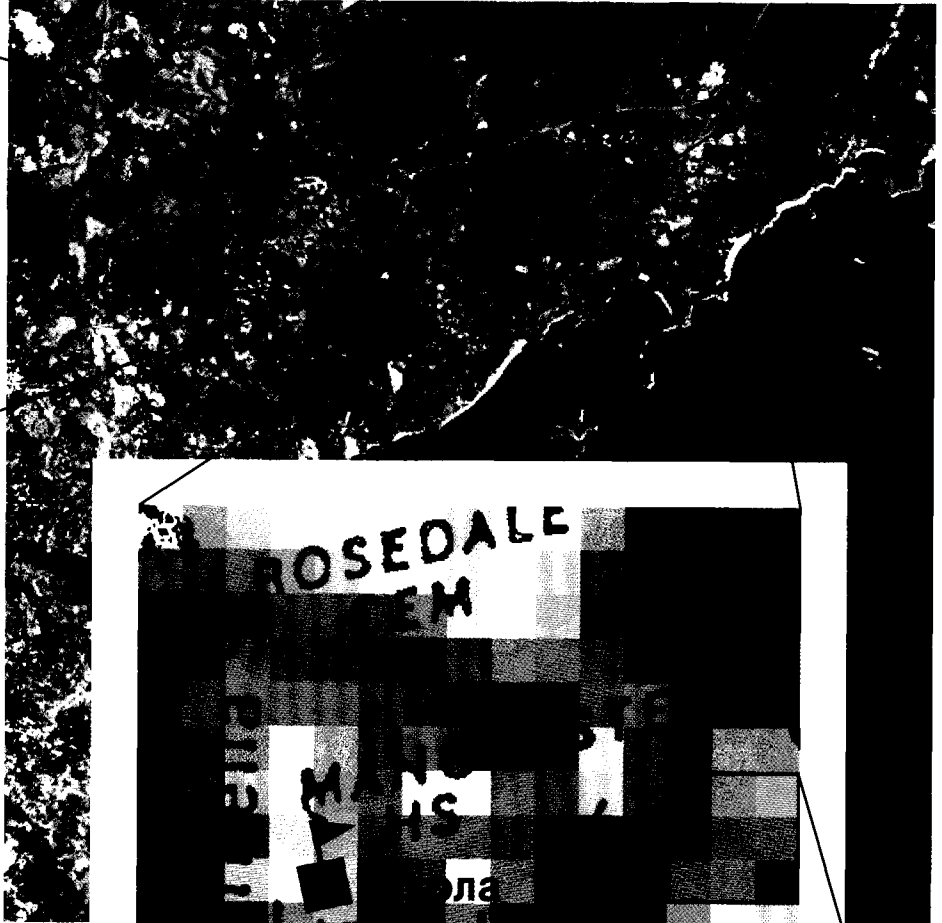
Для проведения подробных измерений и наблюдений в пределах участка для исследований по программе GLOBE важно выбрать подходящие наземные площади (так называемые пробные участки для исследований наземного покрова) (см. рис. LAND-P-1). С точки зрения учебного процесса, цель таких пробных участков состоит в том, чтобы дать вашим учащимся представление о физических размерах *пикселей* (составляющих элементов) изображений, полученных с помощью приборов тематического картирования спутника Landsat, а также в том, чтобы предоставить подходящие и удобные места для измерений, которые будут проводиться классом в пределах участка для исследований по программе GLOBE. С научной точки зрения, серию наземных наблюдений, описанных ниже в этом руководстве, необходимо провести на выбранных пробных участках, которые должны одновременно представлять основные типы наземного покрова в пределах вашего участка для исследований с площадью размером 15 x 15 км, и быть достаточно велики для того, чтобы их можно было достоверно привязать к спутниковым изображениям.

Пробные участки для исследований наземного покрова представляют собой однородные по типу наземного покрова участки размером не менее 90 x 90 м. В случае, если размер однородного участка превышает 90 x 90 м, пробный участок должен располагаться в центре его (см. рис. LAND-P-3). Участки размером 90 x 90 м необходимы для того, чтобы их можно было точно привязать как к местности, так и к спутниковым изображениям. Такой участок

Рис. LAND-P-1: Участки наземного покрова, г. Беверли (штат Массачусеттс, США) как пример участка для исследований по программе GLOBE (15 x 15 км)

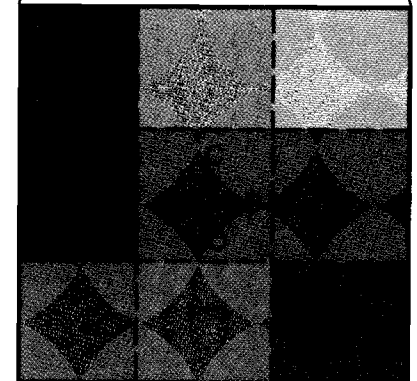


Пробный участок для исследования наземного покрова (90 x 90 м)



(Приблизительно 450 x 450 м)

Примечание: «зернистость» пикселей на изображении размером 450 x 450 м представляет собой артефакт воспроизведения. Каждый пиксел в действительности полностью однороден, как показано на врезках в увеличении.



Участок для биологических исследований (30 x 30 м) внутри пробного участка для количественных исследований (90 x 90 м)

Участок для биологических исследований должен находиться в пределах участка для количественных исследований наземного покрова размером 90 x 90 м, как показано на рисунке внизу справа. Дополнительные участки для проведения исследований наземного покрова должны располагаться во всех основных типах наземного покрова в пределах участка для исследований по программе GLOBE, как показано на рисунке сверху.



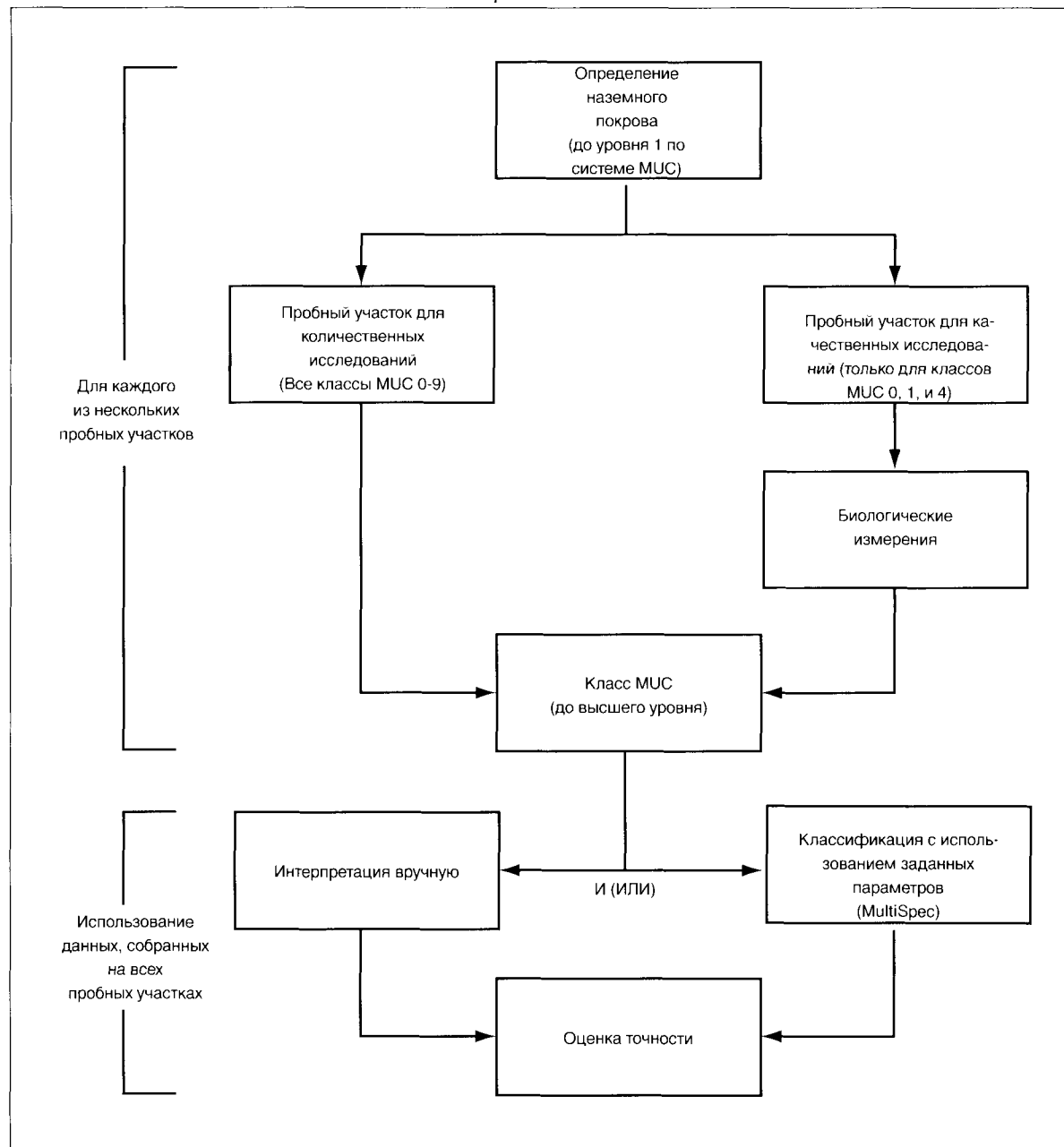
Как проводить исследования наземного покрова

является эквивалентом девяти пикселей, получаемых с помощью прибора тематического картирования спутника Landsat (т.е. квадрата размером 3 x 3 пикселя) (см. раздел «Дистанционные наблюдения» «Руководства к исполнению»).

Пробные участки для исследований наземного покрова подразделяются на два типа - участки для количественных исследований и участки для качественных исследований. Широта, долгота и высота над уровнем моря каждого пробного участка для исследований наземного покрова должны быть определены с помощью GPS

(глобальной системы позиционирования), наземный покров на этих участках должен классифицироваться согласно системе MUC (модифицированная классификация ЮНЕСКО); кроме того, наземный покров должен документироваться с помощью фотографий, сделанных в центре участка. Сбор данных на пробных участках для качественных исследований наземного покрова менее сложен, и включает только наблюдения. Сбор данных на пробных участках для количественных исследований наземного покрова включает подробные измерения характеристик раститель-

Рис. LAND-P-2. Схема исследований наземного покрова и биологических исследований





ности на каждом участке и возможен только для определенных типов наземного покрова. Как участки для количественных исследований наземного покрова, так и участки для качественных исследований посещаются только один раз. Однако в пределах по крайней мере одного участка для количественных исследований наземного покрова каждая школа должна заложить постоянный участок для биологических исследований. Этот участок будет использоваться для получения долгосрочных данных периодического характера, относящихся к процессу роста растений. Такой участок для биологических исследований должен находиться в центре участка для количественных исследований наземного покрова. Участки для проведения количественных исследований наземного покрова могут располагаться только на однородных площадях, занятых лесами, редколесьем или лугами. Подробнее вы узнаете об этом в следующем разделе, а также в практической работе «Система классификации MUC».



Приведенная блок-схема (рис. LAND-P-2) отображает необходимые этапы, из которых состоят работы по теме «Исследования наземного покрова и биологические исследования». Первым этапом является определение типа наземного покрова. Все остальные этапы в данной диаграмме соответствуют одноименным практическим работам.



### **Определение общего типа наземного покрова**

Описание характеристик участков для исследований по программе GLOBE может быть осуществлено только в рамках определенной системы классификации наземного покрова. В программе GLOBE используется система MUC (модифицированная классификация ЮНЕСКО). Эта система классификации является инструментом, позволяющим определить, к какому специфическому классу наземного покрова принадлежит любой тип наземного покрова, имеющийся на Земле. Каждый класс системы MUC представляет собой особый тип наземного покрова, имеющий свое название и индекс.



### **О системе классификации MUC**

Используемая в программе GLOBE система MUC представляет собой систему экологической классификации, которая следует принятым международным стандартам и экологической терминологии для определения специфических классов наземного покрова. С помощью стандартной международной системы



классификации все данные, получаемые в ходе выполнения программы GLOBE, могут быть сведены в единый региональный или глобальный набор данных о наземном покрове. Такие данные могут собираться и использоваться для подтверждения данных, полученных с помощью дистанционного наблюдения, с использованием одних и тех же процедур для исследований в любом месте земного шара. Используемая система классификации позволяет участникам программы GLOBE точнее описывать наземный покров в любой точке Земли с использованием критериев, которые идентичны используемым другими участниками программы GLOBE.

Система MUC состоит из двух компонентов. Первая часть системы представляет собой описание классификации, содержащее иерархический список наименований для каждого класса. Вторая часть представляет собой глоссарий, содержащий правила классификации и определения. Прежде, чем вы относите конкретный тип наземного покрова к определенному классу, необходимо всегда проверять, соответствует ли он определению этого класса наземного покрова. Даже если вы считаете, что вы знаете, что такое лес, следует проверить, соответствует ли рассматриваемый тип наземного покрова определению леса или же он относится к редколесью.

Система MUC имеет иерархическую, разветвленную структуру с 10 классами уровня 1. Эти классы имеют весьма общие характеристики, и легко определяемы. Для определения типа наземного покрова вы должны выбрать один класс системы MUC для каждого уровня, начиная с уровня 1 MUC. В пределах каждого класса уровня 1 имеется от двух до шести более подробных классов уровня 2. Классы уровня 2 все еще имеют достаточно общие характеристики, и легко различимы. Классы уровней 3 и 4 характеризуются более специфическими сообществами, или ассоциациями, растительности. Иерархическая структура системы MUC упрощает процесс классификации. На каждом уровне ваш выбор ограничен только теми классами, которые подпадают под определение единственного класса, выбранного вами на предыдущем уровне. Таким образом, в то время как вся система классификации MUC содержит более 150 классов, на каждом шаге ваш выбор обычно ограничен только тремя-пятью типами наземного покрова.

Для проведения исследований наземного покрова и биологических исследований, необходимо сначала определить класс уровня 1 по системе MUC для каждого участка, на котором проводятся исследования наземного

покрова. Каждый класс уровня 1 представляет собой общую характеристику наземного покрова и может быть определен путем визуальной оценки процента поверхности земли на пробном участке, имеющего наземный покров. В табл. LAND-P-1 показаны 10 классов уровня 1 согласно системе MUC. Все классы уровня 1 по системе MUC определяются согласно процентам общей поверхности земли, покрытой доминантным типом наземного покрова.

### Определение класса уровня 1 согласно системе MUC

1. В пределах вашего участка для исследований наземного покрова выберите площадь с однородным наземным покровом.
2. Визуально оцените процент поверхности земли, покрытой доминантным типом наземного покрова.
3. Повторите определения классов уровня 1 по системе MUC для того, чтобы убедиться, что учащиеся понимают их содержание.
4. Продолжите выполнение пунктов инструкции «Как проводить классификацию участков для исследований наземного покрова по классам первого уровня системы MUC», приведенной в практической работе «Система классификации MUC».

После того, как вы установили класс уровня 1 согласно системе MUC в пределах вашего пробного участка для исследований наземного покрова, вы можете приступить к проведению

одной из практических работ по исследованию наземного покрова. Если наземный покров на вашем участке для исследований представлен лесом, редколесьем, или лугами (т.е. классами 0, 1 или 4 уровня 1 по системе MUC), учащиеся могут выполнить биологические измерения, описанные в практических работах по количественным исследованиям наземного покрова на пробном участке и в *практических работах по биологическим измерениям*. Для прочих типов наземного покрова в программе GLOBE в настоящее время не имеется процедур для биологических измерений или для других подробных количественных оценок наземного покрова. В ряде случаев вы можете принять решение использовать конкретный участок только для *качественных исследований наземного покрова*, и не проводить на нем биологических измерений, даже если классификация участка в соответствии с классом уровня 1 системы MUC будет допускать проведение на нем количественных исследований.

### Закладка различных типов участков

Как правило, каждая школа, участвующая в программе GLOBE, выбирает только один из своих пробных участков для проведения качественных исследований наземного покрова в качестве постоянного участка для биологических исследований; однако, допустима закладка нескольких участков. Нашей целью является закладка со временем одного или большего количества пробных участков для исследований наземного покрова в каждом из основных типов наземного покрова, которые были выявлены на вашем участке для исследований по программе GLOBE размером

Табл. LAND-P-1. Классы наземного покрова первого уровня MUC

MUC Коа	Класса уровня 1 согласно системе MUC	
0	Лес	> 40 % деревьев высотой 5 м, кроны смыкаются
1	Редколесье	> 40 % деревьев высотой 5 м, кроны не смыкаются
2	Кустарники	> 40 % кустарников высотой 0,5 - 5 м
3	Низкие кустарники	> 40 % кустарников высотой менее 0,5 м
4	Луга	> 60 % травянистой растительности, злаков и разнотравья
5	Голая земля	< 40 % покрыто растительностью
6	Мокрые земли	> 40 % покрыто растительностью, включающей болота или марши
7	Открытая вода	> 60 % занято открытой водой
8	Поля	> 60 % занято полевыми сельскохоз. культурами
9	Населенная местность	> 40 % занято населенными угодьями (строения, асфальт)



15 x 15 км. Начните с самых распространенных типов наземного покрова и продолжайте добавлять новые пробные участки, пока вы не разместите их в максимально возможном числе типов наземного покрова. Когда ваша школа получит доступ к приемнику GPS, установите и запишите широту, долготу и высоту над уровнем моря центральных точек всех пробных участков для исследований наземного покрова, заложенных вами к этому моменту.



Наличие дополнительных пробных участков для исследований наземного покрова важно для проверки точности карт наземного покрова, что является основной научной целью программы GLOBE. Естественно, что закладка серии пробных участков для каждого из типов наземного покрова, выявленных в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE, займет некоторое время (возможно, несколько лет). Вы можете поручить разным классам вашей школы работу на разных типах наземного покрова с тем, чтобы они не повторялись и позволили собрать максимальное количество данных.



**Пробные участки для качественных и для количественных исследований наземного покрова, и их использование для картирования наземного покрова**



В процессе проведения практических работ по программе GLOBE собираются данные двух типов - *качественные* и *количественные*. Существует также две области применения этих данных о наземном покрове - (1) они помогают выбирать классификационные наименования для контуров вашей карты наземного покрова (обучение), и (2) они обеспечивают подтверждение (или оценку точности) вашей карты наземного покрова, полученной методом классификации (подтверждение). В обоих случаях данные наземных наблюдений являются критически важным компонентом любого картирования, при котором используются данные дистанционного наблюдения. Исследователи и все остальные участники проекта будут использовать ваши данные аналогичным образом.

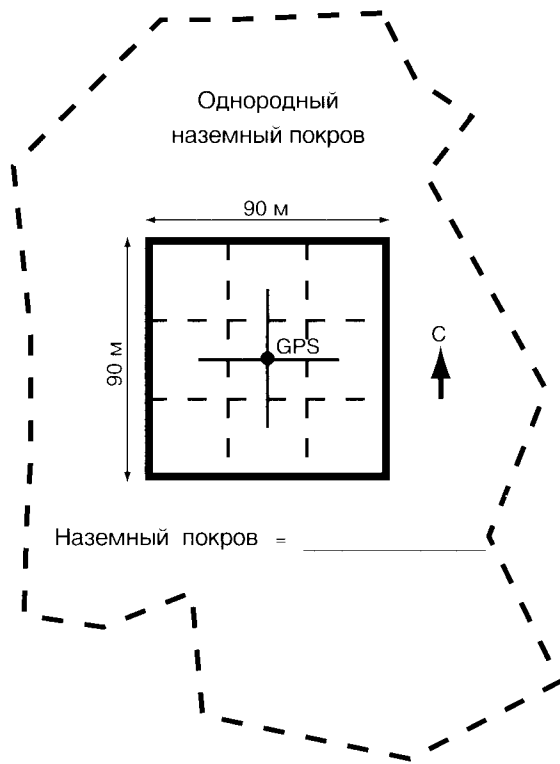


Данные для обучения составлению карт и для подтверждения их точности собираются на пробных участках размером 90 x 90 м, которые, как правило, будут находиться в пределах вашего участка размером 15 x 15 км для исследований по программе GLOBE. Эти участки носят название «Пробных участков для исследований наземного покрова» и должны располагаться в местах с однородным типом



наземного покрова (см. рис. LAND-P-3). В пределах данного исследования однородность наземного покрова означает, что весь участок относится к одному из конкретных классов наземного покрова, определенных согласно указаниям, данным в практической работе «Система классификации MUC».

Рис. LAND-P-3. Участок с однородным наземным покровом



Следующие определения помогут понять различия между типами собираемых данных и между методами их сбора.

**Данные для обучения составлению карт.** К их числу относятся данные по наземному покрову, собранные на пробных участках для исследований наземного покрова, которые помогают определить или дать наименование неизвестным кластерам при классификации с использованием заданных параметров изображения, полученного прибором тематического картирования, и (или) помогают в интерпретации этого изображения вручную. Эти данные могут быть собраны с помощью как качественных, так и количественных методов. Данные, собранные для обучения, *никогда* не должны использоваться для оценки точности карты, поскольку они уже были использованы в процессе обучения; не следует использовать одни и те же данные как для обучения, так и для подтверждения своих результатов.

Табл. LAND-P-2. Использование качественных и количественных данных для картирования наземного покрова

Цель получения данных	Тип данных	
	Пробные участки для качественных исследований наземного покрова	Пробные участки для количественных исследований наземного покрова
Обучение составлению карт	Дают представление о характере местности; быстрая классификация наземного покрова	Позволяют подробно ознакомиться с методикой распознавания типов наземного покрова на местности и на фотографиях
Подтверждение точности составления карт	Облегчают выявление достаточного количества участков для исследований наземного покрова с целью статистически достоверной оценки точности карты	Позволяют наилучшим образом проводить оценку точности карт; дают подробную информацию об участках, покрытых лесами, редколесьями и лугами. Помогают учащимся и ученым в распознавании типов наземного покрова как на местности, так и на спутниковых фотографиях

**Данные для подтверждения точности карт.** К их числу относятся данные по наземному покрову, собранные на пробных участках для исследований наземного покрова, которые используются для оценки точности карты, составленной вручную или путем классификации с использованием заданных параметров изображения вашей местности, полученного с помощью прибора тематического картирования. Эти данные могут быть собраны с использованием как качественных, так и количественных методов (предпочтение отдается количественным методам). Соберите как можно больше проб данных по каждому типу наземного покрова, имеющемуся на карте, поскольку оценка точности карты требует большого количества проб. Эти данные должны быть использованы *только* для оценки точности.

**Качественные данные.** В программе GLOBE качественные наблюдения наземного покрова на пробных участках включают только три компонента: (1) определение широты, долготы и высоты над уровнем моря каждого участка с помощью системы GPS; (2) определение класса в соответствии с системой классификации MUC с использованием наблюдений участка, сделанных учащимися; и (3) фотографирование участка в четырех *основных* направлениях по сторонам света (север, юг, запад и восток). Этот сокращенный перечень данных о наземном покрове может использоваться как на участках,

где собираются данные для обучения, так и на тех, где собираются данные для подтверждения точности. Качественные данные особенно полезны на начальном этапе исследований, когда учащиеся только начинают устанавливать, какие классы наземного покрова имеются в вашей местности и как сопоставлять их изображение, полученное с помощью прибора тематического картирования, с тем, как они выглядят на местности.

**Количественные данные.** Количественные измерения характеристик наземного покрова возможны только по тем классам наземного покрова, по которым в настоящее время в программе GLOBE имеются процедуры биологических измерений (т.е. по естественным лесам, редколесьям или лугам). В дополнении к наблюдениям, которые проводятся на пробных участках для качественных исследований, на пробных участках для количественных исследований наземного покрова учащиеся проводят измерения, перечисленные в практической работе «Биологические измерения». Эти данные собираются в основном с целью подтверждения карт, созданных на основе дистанционного наблюдения. Дополнительные измерения по практической работе «Биологические измерения» дают учащимся и ученым более подробную информацию об участках, покрытых лесами, редколесьем и лугами.



Рис. LAND-P-4. Диаграмма процесса оценки точности карты

**Этап 1. Интерпретация контуров вручную или путем классификации с заданными параметрами**



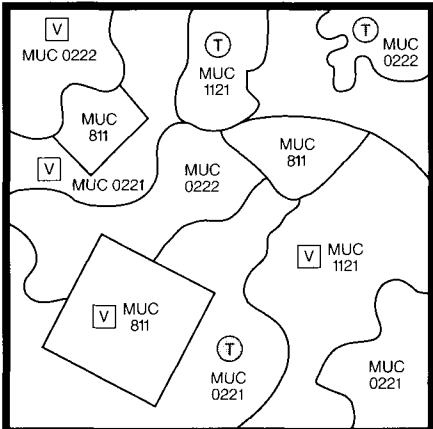
Изображение, полученное прибором тематического картирования (ТК) делится на контуры согласно сходным типам наземного покрова вручную или с использованием программы MultiSpec.

**Этап 2. Каждому контуру или кластеру дается классификация по классам системы MUC**



Для каждого контура, полученного путем интерпретации вручную, или кластера, полученного путем классификации с использованием программы MultiSpec, выберите соответствующий класс по системе MUC, используя знания учащихся о данной местности и данные для обучения, собранные на участках для качественных или количественных исследований наземного покрова.

**Пункт 3. Сбор данных для подтверждения точности карты**



После того, как будет составлена карта наземного покрова, соберите данные для подтверждения точности карты с классификацией на дополнительных участках для исследований наземного покрова.

С течением времени, проведите наблюдения и измерения на как можно большем количестве участков для подтверждения точности карты для каждого из типов наземного покрова, представленного в вашей местности.

- ⓧ Данные для обучения составлению карты
- Ⓥ Данные для подтверждения точности карты

Рис. LAND-P-4. Диаграмма процесса оценки точности карты (продолжение)



Рис. LAND-P-5. Соберите пробы наземного покрова для тренировки и подтверждения точности карты





### **Процесс картирования и оценки точности карты**

На рис. LAND-P-4 иллюстрируются логические этапы составления карты наземного покрова и оценки ее точности. Сбор данных на пробных участках для исследований наземного покрова рекомендуется начать до процесса картирования. Наблюдения учащихся на отдельных участках чрезвычайно ценны, так как ученые могут использовать их при составлении своих карт наземного покрова.



### **Особые примечания**

При планировании и проведении различных практических работ по разделу «Исследования наземного покрова и биологические исследования» необходимо учесть некоторые замечания относительно планирования времени, учебного процесса и организационных вопросов.

- Количественная информация о наземном покрове гораздо более полезна и дает учащимся более полное представление о процессе оценки характера наземного покрова.
- Измерения, проводимые на пробных участках для количественных исследований наземного покрова, включают тщательные биологические измерения. Как правило, учащимся рекомендуется практиковаться в проведении этих измерений до того, как они будут проводиться на участках.
- Практически все участки для исследований по программе GLOBE включают площади, используемые человеком; на этих площадях можно заложить только пробные участки для качественных исследований наземного покрова.
- При наличии приемника GPS и фотоаппарата наблюдения на пробных участках для качественных исследований наземного покрова могут быть проведены достаточно быстро.
- Данные, собранные на большом количестве пробных участков для исследований наземного покрова, необходимы для выполнения интерпретации вручную данных по всему участку для исследований по программе GLOBE, или для того, чтобы обозначить кластеры, полученным в результате



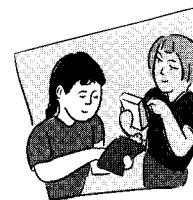
классификации с использованием заданных параметров с помощью программы MultiSpec.

Дополнительное количество участков необходимо для подтверждения точности карты наземного покрова, составленной вручную или с помощью программы MultiSpec.

- Каждая школа должна заложить как можно больше пробных участков для каждого из типов наземного покрова, представленного на картах наземного покрова, поскольку для процедуры оценки точности карты требуется большее количество данных; могут быть использованы участки, заложенные в предыдущие годы, или участки, заложенные другими классами и даже соседними школами.
- Данные для подтверждения точности карт должны быть получены независимо от данных, собранных для обучения составлению карт; недопустимо использовать одни и те же данные и для подтверждения точности карт, и для обучения их составлению, так как это может привести к недостоверным результатам. Таким образом, данные, которые были собраны и использованы для обучения составлению карт, более использоваться не должны; для подтверждения точности карт должны использоваться только данные по новым пробным участкам.

Убедитесь в том, что вам ясны различия между естественной растительностью и сельскохозяйственными культурами. На пробных участках для качественных исследований наземного покрова могут быть собраны данные по всем типам наземного покрова. На пробных участках для количественных исследований наземного покрова в настоящее время могут быть собраны только данные для 0, 1 и 4 классов наземного покрова по системе MUC.

# Качественные исследования наземного покрова на пробных участках



## **Предназначение практической работы**

Проведение наблюдений на пробных участках для качественных исследований наземного покрова; сбор соответствующих полевых данных, необходимых для составления карты наземного покрова путем интерпретации вручную или классификации с использованием заданных параметров, или для подтверждения и оценки точности карты наземного покрова.

## **Обзор**

Качественные полевые данные собираются не менее чем на одном на пробном участке для качественных исследований наземного покрова по каждому классу наземного покрова на участке для исследований по программе GLOBE, за исключением тех классов, по которым собираются количественные полевые данные.

## **Продолжительность работы**

20 - 45 минут (исключая время на дорогу).

## **Уровень подготовки учащихся**

Любой.

## **Частота измерений**

Только один раз на каждом пробном участке для исследований наземного покрова.

Желательно заложить большое количество пробных участков для исследований наземного покрова.

## **Важнейшие концепции**

- Карта наземного покрова.
- Классификация наземного покрова.
- Использование GPS.
- Полевые измерения.

## **Навыки**

*Нахождение* полевой пробной площади (пробного участка для исследований наземного покрова).

*Использование* приемника GPS.

*Использование* приборов для полевых измерений (компас, денситометр, клинометр).

*Определение* расстояния шагами

## **Приборы и материалы**

Копия изображения вашего участка для исследований по программе GLOBE размером 15 x 15 км, полученного с помощью датчика тематического картирования, в истинных цветах.

Копия изображения вашего участка для исследований по программе GLOBE размером 15 x 15 км, полученного с помощью датчика тематического картирования, в инфракрасном спектре.

Компас.

Денситометр.

Клинометр.

Прибор GPS.

Листы ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.

Фотоаппарат.

Система классификации MUC и ее определения.

## **Подготовка**

Не требуется.

## **Предварительные условия**

Выполнение учебного занятия «Классификация листьев».

## Предпосылки

Качественные данные для обучения составлению карт и для подтверждения точности карт собираются для того, чтобы ознакомить учащихся с участком для исследований по программе GLOBE и определить основные классы наземного покрова на этом участке. Такие данные могут быть собраны достаточно быстро и эффективно; для этого необходимо только сделать фотографии, с помощью приемника GPS определить местоположение центра пробного участка и классифицировать его наземный покров согласно системе MUC. Качественные данные для обучения составлению карт могут быть использованы для обозначения неизвестных кластеров, полученных с помощью классификации с использованием заданных параметров, или же как данные для обучения при классификации вручную. Данные по дополнительным пробным участкам для качественных исследований наземного покрова могут быть использованы для определения достоверности составленной вами карты наземного покрова. Предполагается, что школы будут проводить эту практическую работу многократно, чтобы получить достаточное количество данных для того, чтобы достоверно оценить точность составленной ими карты наземного покрова (см. практическую работу «Оценка точности карты»).

## Как собирать качественные данные на пробном участке для исследований наземного покрова

### Этап 1. Выбор и закладка пробного участка для исследований наземного покрова

- В качестве пробного участка для исследований наземного покрова выберите площадь размером 90 x 90 м с однородным наземным покровом. Используйте для этого либо дистанционное изображение вашего участка для исследований по программе GLOBE размером 15 x 15 км, полученное с помощью прибора тематического картирования (ТК), либо ваши наблюдения в поле.
- Используя изображение, полученное с помощью ТК, для ориентации, тщательно выберите пробный участок и найдите его на местности.

- Найдите центр участка и четко обозначьте его с помощью временного колышка.

### Этап 2. Определение местоположения с помощью GPS

- Постарайтесь получить приемник GPS. Если вы не имеете его во время закладки пробного участка для исследований наземного покрова, убедитесь в том, что центр участка надежно обозначен, и определите его координаты впоследствии, когда у вас будет доступ к приемнику GPS.
- Используя GPS или Offset GPS, выполните соответствующую операцию для определения широты, долготы и высоты над уровнем моря для центра пробного участка исследований наземного покрова (см. руководство «Исследования с помощью GPS»).
- Запишите полученные данные на соответствующем рабочем листе ввода данных GPS; отметьте также средние значения широты, долготы и высоты над уровнем моря, рассчитанные на рабочем листе ввода полевых данных для исследований наземного покрова и биологических исследований.

### Этап 3. Фотографирование

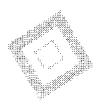
- Стоя в центре участка, сделайте фотографии в четырех основных направлениях по сторонам света (север, юг, запад, восток).
- Закажите два экземпляра отпечатанных фотографий или отпечатайте свои фотографии, сделанные с помощью цифровой камеры.
- Надпишите на каждой фотографии название пробного участка для исследований наземного покрова и направление по сторонам света.
- Оставьте у себя один экземпляр отпечатанных фотографий или фотографий, сделанных с помощью цифровой камеры, и отошлите в программу GLOBE один экземпляр каждой из отпечатанных фотографий или копию файлов с фотографиями, сделанными с помощью цифровой камеры.

#### Этап 4. Классификация типа наземного покрова по системе MUC

- Проведите практическую работу «Система классификации MUC» и определите класс наземного покрова согласно системе MUC. См. ниже раздел «Полезные советы: измерение расстояния шагами»; как пользоваться компасом».
- Внесите класс наземного покрова согласно системе классификации MUC в рабочий лист ввода полевых данных.

#### Этап 5. Отчет по проведенной практической работе

- Соберите рабочие листы ввода данных и перенесите данные из них в постоянный школьный архив для хранения данных.
- Загрузите данные в базу данных программы GLOBE, используя лист ввода данных по пробному участку для качественных исследований наземного покрова.
- Отшлите копии фотографий в архив данных учащихся-участников программы GLOBE.



## Полезные советы: измерение расстояния шагами

Для того, чтобы находить определенные точки на местности, ученые, лесники и люди других специальностей используют измерение расстояния шагами и азимут компаса в сочетании с аэрофотоснимками, картами или письменными инструкциями. Удобной мерой для многих, кто работает в поле, является длина их собственных шагов. Определив, какое количество ваших шагов равняется небольшому расстоянию, можно использовать это расстояние как меру длины.

Измерение расстояния шагами особенно необходимо при проведении практических работ «Система классификации МУС», «Качественные исследования наземного покрова на пробных участках» и «Количественные исследования наземного покрова на пробных участках» для определения пробных точек, в которых собираются данные по наземной растительности и сомкнутости крон. Ниже обсуждаются методы определения длины одного шага и количества шагов, необходимого для прохождения заданного расстояния (называемого условной *единицей длины*).

### Метод определения длины одного шага

#### Этап 1.

Растяните 30-метровую (или более длинную) измерительную рулетку на ровном участке (например, таком, как стоянка для автомашин, поле, или коридор).

#### Этап 2.

Помните, что *каждый полный шаг* состоит из *двух полушагов*. Поставьте носок одной ноги на отметку 0, сделайте 10 полных шагов вашим обычным шагом. Важно идти обычным, спокойным шагом, поскольку условия в поле могут быть неоднородными.

#### Этап 3.

Сделайте отметку на рулетке против носка вашей ноги после того, как вы сделали 10 шагов.

#### Этап 4.

Разделите полученную величину на 10 для того, чтобы найти длину одного вашего шага.

#### Этап 5.

Повторите эти измерения трижды и вычислите среднюю длину вашего шага.

#### Пример

Количество повторений	Расстояние в 10 шагов	Длина одного шага
1	17,0 м	1,70 м
2	17,5 м	1,75 м
3	16,8 м	1,68 м
Средняя длина шага - 1,71 м (один шаг)		

### Что делать в полевых условиях

Измерять расстояние шагами в полевых условиях (например, в лесу или в холмистой местности) гораздо труднее, чем на ровной местности - на стоянке для автомашин или в школьном дворе. Помните следующее.

- Когда вы в первый раз измеряете длину вашего шага, идите обычным, спокойным шагом. Не поддавайтесь соблазну делать шаги больше обычной длины, поскольку ваши шаги в условиях леса или холмистого ландшафта, естественно, будут короче.
- Поднимаясь на холм или спускаясь с него, вы в действительности проходите меньшее расстояние по прямой горизонтали, чем это кажется; кроме того, длина ваших шагов может меняться в зависимости от неровностей ландшафта. Обращайте внимание на свои шаги и, в случае необходимости, компенсируйте изменения, делая шаг несколько короче или длиннее.
- Когда на вашем пути встречаются крупные объекты (валуны, деревья и т.д.), делайте шаг вбок, затем, пройдя вперед, делайте шаг вбок в обратном направлении, чтобы снова встать на тот же азимут. Если во время такого обхода препятствия потребуются провести наблюдения, сделайте примерную оценку ситуации из положения сбоку.

Если препятствие слишком велико для того, чтобы можно было просто шагнуть вбок, оставьте видимый знак для того, чтобы отметить место, где вы находитесь, и обойдите препятствие. Возобновите отсчет шагов от знака по другую сторону препятствия.

**Метод определения количества шагов, необходимых для прохождения одной единицы длины**

При выполнении практических работ «Система классификации МУС», «Качественные исследования наземного покрова на пробных участках» и «Количественные исследования наземного покрова на пробных участках» учащиеся должны регистрировать данные о сомкнутости крон и травостое с расстояния в **одну условную единицу, равную 21,2 метрам**, находясь в центре пробного участка для исследований наземного покрова. Это расстояние было выбрано, поскольку оно представляет собой половину длины диагонали пикселя размером 30 x 30 м.

**Этап 1.**

Отмерьте расстояние в 21,2 м на ровном участке (например, на стоянке для автомашин, в поле, или в коридоре).

**Этап 2.**

Помните, что *каждый полный шаг* состоит из *двух полушагов*. Поставьте носок одной ноги на отметку 0, и, ступая вашим обычным шагом, отсчитайте количество полных шагов, необходимое для прохождения отмеренного расстояния.

**Этап 3.**

Повторите эти измерения трижды и вычислите среднее количество шагов.

**Этап 4.**

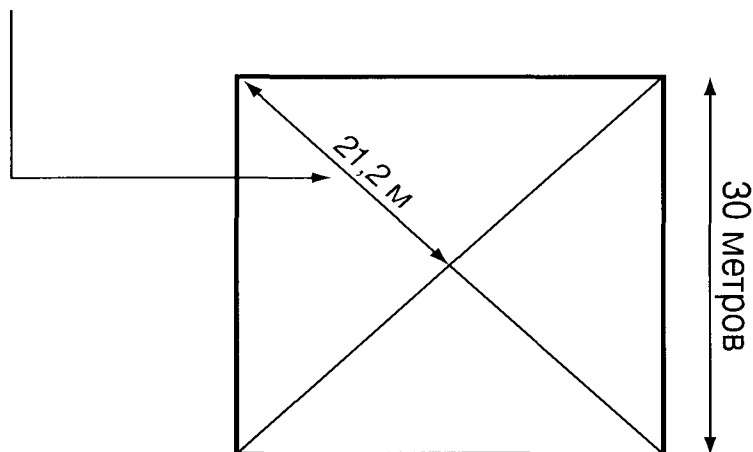
Округлите полученное среднее количество шагов до ближайшего полушага.

**Этап 5.**

Запишите эти данные для каждого учащегося в отдельности, чтобы на них можно было ссылаться при сборе данных на пробном участке для исследований наземного покрова.

Рис. LAND-P-6. Пример измерения длины шагами

**1 единица = 21,2 метра (половина диагонали пикселя 30 x 30 м)**







## Полезные советы: как пользоваться компасом

На магнитную стрелку компаса действует магнитное поле Земли, поэтому острие стрелки всегда показывает на север. Однако, в действительности на Земле имеется два Северных полюса. Один из них - *истинный, или географический*, Северный полюс, находится на вершине земного шара (на  $90^{\circ}$  с.ш.), тогда как другой называется *магнитным* Северным полюсом и представляет собой область сильно намагниченных горных пород, находящуюся под поверхностью центральной Канады.



Карты и приводимые в них направления основаны на местонахождении географического Северного полюса, в то время как стрелка компаса показывает на магнитный Северный полюс. Угол между направлениями на географический и магнитный полюсы называется магнитным склонением. Его величина и направление зависят от того, где на Земле вы находитесь. Для того, чтобы точно определять направления по компасу, необходимо знать магнитное склонение того места, где вы находитесь. Компасы имеют либо механизм для установки угла склонения, либо шкалу для его вычисления.

На стрелку компаса могут влиять металлические объекты, что может привести к неправильным показаниям, если ваш компас находится поблизости от металлических объектов, включая часы, ключи и т. п. предметы.

### Три основные части компаса

1. *Магнитная стрелка* (рис. LAND-P-7, А) находится под воздействием притяжения магнитного Северного полюса Земли. Намагниченное (черное) острие стрелки всегда указывает на магнитный Северный полюс.
2. *Картушка* компаса (рис. LAND-P-7, В) используется для установки нужного азимута. Азимут выражается в градусах и измеряется с помощью визора (С), находящегося в верхней части компаса. Картушка компаса разделена на 180 делений величиной 2 градуса, от 0 до 360 градусов. Главные направления, соответствующие северу, востоку, югу и западу - это 0 (или 360), 90, 180 и 270 градусов.
3. *Планишет* (D) имеет ориентационную стрелку (Е) и визор (С). Некоторые модели компасов имеют также зеркальный визор. Эти детали компаса используются для того, чтобы найти правильное положение магнитной стрелки и для указания нужного нам направления.



### Определение направления по компасу

#### Этап 1.

Установите картушку компаса (В) на необходимую величину азимута (направления, в котором вы собираетесь передвигаться) таким образом, чтобы величина азимута совпала с направлением визора (С).

#### Этап 2.

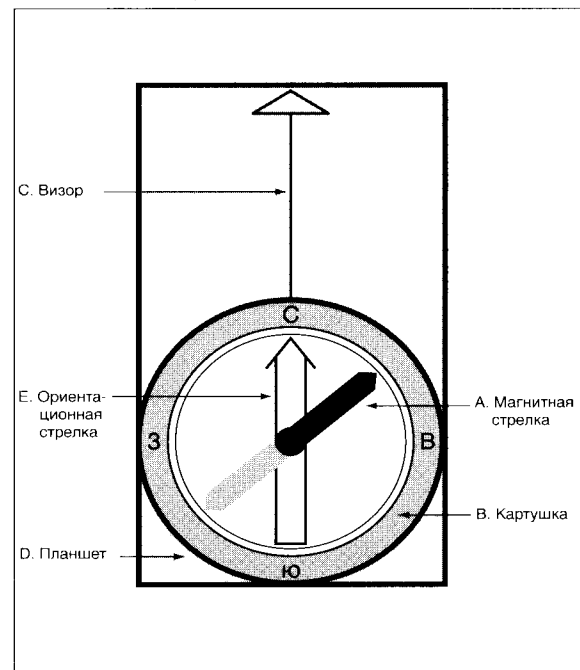
Держа компас в горизонтальном положении, поворачивайтесь, пока красное острие магнитной стрелки (А) не совпадет с ориентационной стрелкой (Е). Для лучшего запоминания того, что нужно использовать именно красное острие стрелки, учащиеся могут запомнить какую-либо мнемоническую фразу, например, «стрелка красная - дорога ясная».

#### Этап 3.

Направление, в котором вы собираетесь передвигаться, теперь находится «прямо по курсу» в том направлении, в котором вы держите компас (куда указывает визор компаса).



Рис. LAND-P-7. Образец компаса



Теперь убедитесь в том, что вы выбрали какой-либо объект, лежащий «прямо по курсу» от вас в нужном направлении, и идите в сторону этого объекта. Это позволяет идти, не глядя на компас. Останавливайтесь через каждые несколько шагов, и проверяйте, идете ли вы все еще в направлении, которое показывает компас.

Приветствие

Введение

**Практика**

Занятия

Приложение

*Качественные исследования наземного  
покрова на пробных участках*

# Количественные исследования наземного покрова на пробных участках



## **Предназначение практической работы**

Проведение измерений на пробных участках для количественных исследований наземного покрова; сбор соответствующих полевых данных, необходимых для составления карты наземного покрова путем интерпретации вручную или классификации с использованием заданных параметров и для подтверждения или оценки аккуратности карты наземного покрова.

## **Обзор**

Количественные полевые данные собираются не менее чем на одном пробном участке для количественных исследований наземного покрова.

## **Продолжительность работы**

1-2 часа (исключая время на дорогу).

## **Уровень подготовки учащихся**

Любой.

## **Частота измерений**

Только один раз на каждом пробном участке для исследований наземного покрова.

Желательна закладка большого количества пробных участков для исследований наземного покрова. Со временем попытайтесь провести эту практическую работу по крайней мере один раз для каждого основного типа наземного покрова в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE, который принадлежит к классу 0, 1 или 4 уровня 1 классификации по системе MUC.

## **Важнейшие концепции**

- Карта наземного покрова.
- Классификация наземного покрова.
- Использование GPS.
- Полевые измерения.
- Биологические измерения.

## **Предпосылки**

Количественные данные, собранные для обучения составлению карт и подтверждения их точности, являются наиболее подробными из возможных наземных справочных данных. Эти данные используются для количественной оценки точности карт, полученных путем дистанционного наблюдения. Предполагается, что каждая школа будет собирать количественные

## **Навыки**

*Нахождение* полевой пробной площади (пробного участка для исследований наземного покрова).

*Использование* приемника GPS.

*Использование* приборов для полевых измерений (компас, денситометр, клинометр).

*Определение* расстояния шагами.

## **Приборы и материалы**

Копия изображения вашего участка размером

15 x 15 км для исследований по программе GLOBE, полученного с помощью прибора тематического картирования, в истинных цветах.

Копия изображения вашего участка размером

15 x 15 км для исследований по программе GLOBE, полученного с помощью прибора тематического картирования, в инфракрасном спектре.

Компас.

Денситометр.

Клинометр.

Приемник GPS.

Лист ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.

Фотоаппарат.

Система классификации MUC и ее определения.

## **Подготовка**

Не требуется.

## **Предварительные условия**

Проведение учебного занятия «Классификация листьев».

венные данные на каждом пробном участке для количественных исследований наземного покрова по крайней мере один раз, однако мы рекомендуем попытаться заложить как можно больше пробных участков для количественных исследований. Для исследователей критически важно иметь как можно больше данных для подтверждения дистанционных наблюдений. Важно также иметь данные для подтверждения



точности карт по каждому основному типу наземного покрова в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE. Несомненно, сбор таких данных должен продолжаться в будущем и может привести к созданию большой и очень ценной базы данных по участкам, используемым для подтверждения данных дистанционных наблюдений.

**Как собирать количественные данные**

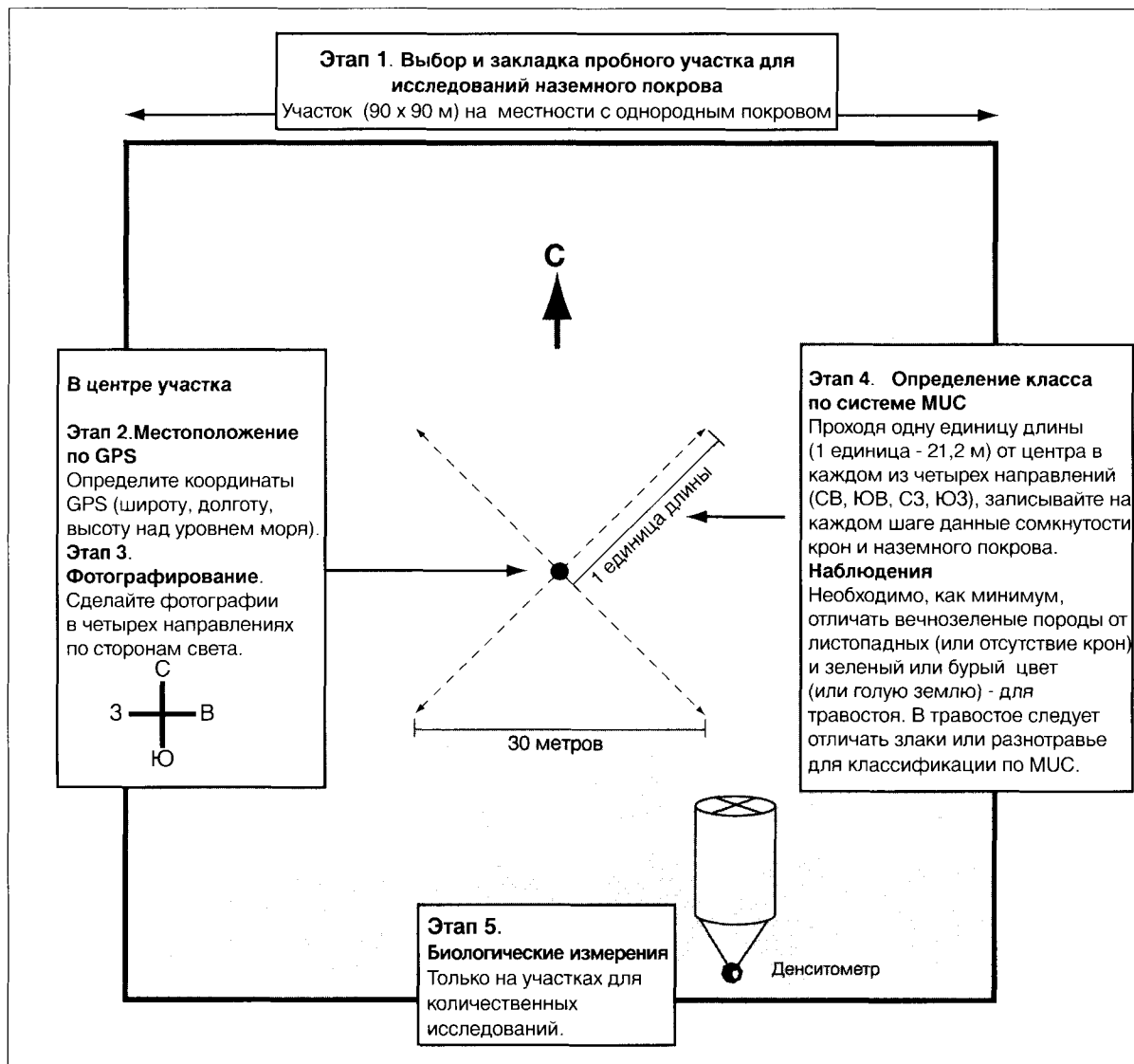
**Этап 1. Выбор и закладка пробного участка для количественных исследований наземного покрова**

- ❑ Выберите площадь размером 90 x 90 м, занимаемую однородным наземным покровом. Используйте

для этого либо дистанционное изображение вашего участка для исследований по программе GLOBE, полученное с помощью прибора тематического картирования (ТК), либо ваши наблюдения в поле.

- ❑ Используя изображение, полученное с помощью ТК, для ориентации, выберите пробный участок и точно найдите его на местности.
- ❑ Найдите центр участка и четко обозначьте его с помощью временного колышка.

Рис. LAND-P-8. Типичный пробный участок для количественных исследований





### Этап 2. Определение местоположения с помощью GPS

- Постарайтесь получить приемник GPS. Если вы не имеете его во время закладки пробного участка для исследований наземного покрова, убедитесь в том, чтобы центр участка был надежно обозначен, и определите его координаты впоследствии, когда у вас будет доступ к приемнику GPS.
- Определите с помощью GPS или Offset GPS координаты: широту, долготу и высоту над уровнем моря для центра пробного участка для исследований наземного покрова (см. раздел «Исследования с помощью GPS»).
- Внесите полученные данные в рабочий лист ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.



### Этап 3. Фотографирование

- Стоя в центре участка для исследований наземного покрова, сделайте фотографии в четырех основных направлениях по сторонам света (север, юг, запад, восток).
- Закажите два экземпляра отпечатанных фотографий, один для вашей школы и один для программы GLOBE.
- Надпишите на каждой фотографии название пробного участка для исследований наземного покрова и направление по сторонам света.



### Этап 4. Определение класса наземного покрова по системе классификации MUC

- В соответствии с практической работой «Система классификации MUC» определите класс наземного покрова.
- Внесите класс наземного покрова по системе MUC в рабочий лист ввода полевых данных



исследований наземного покрова и биологических исследований.

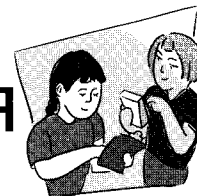
### Пункт 5. Биологические измерения

- Если участок представляет собой лес или редколесье (т.е. классы 0 или 1 согласно системе классификации MUC), проведите практическую работу «Биологические измерения» для леса (измерение высоты и окружности деревьев, определение доминантных и содоминантных видов растений, оценка сомкнутости крон, оценка травостоя).
- Если участок покрыт травянистой растительностью (класс 4 согласно системе MUC), проведите практическую работу «Биологические измерения» для луговой растительности.

### Этап 6. Отчет по проведению практической работы

- Просмотрите рабочие листы ввода данных и перенесите данные из них в постоянный школьный архив для хранения данных.
- Загрузите данные в базу данных программы GLOBE, используя лист ввода данных пробного участка для количественных исследований наземного покрова.
- Отослите копии фотографий в архив данных учащихся-участников программы GLOBE.

# Биологические измерения



## **Предназначение практической работы**

Проведение измерений и регистрация количественных данных по наземному покрову с целью определения специфических характеристик пробного участка для количественных исследований наземного покрова.

Сбор необходимых данных по наземному покрову для исследователей и других участников программы GLOBE.

## **Обзор**

Учащиеся обозначают площадь 30 x 30 м в пределах пробного участка для количественных исследований наземного покрова. На этой площади учащиеся наблюдают и регистрируют сомкнутость крон и наземного растительного покрова, определяют доминантные и содоминантные виды растений, измеряют высоту и окружность деревьев или биомассу травы. Одна из заложенных площадей обозначается как участок для биологических исследований, где та же практическая работа будет повторно выполняться один или два раза в год.

## **Продолжительность работы**

Полдня или целый день (для каждого посещения).

## **Уровень подготовки учащихся**

Любой.

## **Частота измерений**

Один или два раза в год на участке для биологических исследований.

Всего один раз на пробном участке для количественных исследований наземного покрова.

## **Важнейшие концепции**

Взаимосвязь между размером пиксела на изображении и наземным участком.

Сомкнутость крон.

Покрытие травостоя.

Высота и окружность дерева.

Биомасса травянистой растительности.

Доминантные и содоминантные виды.

Классификация наземного покрова.

## **Навыки**

Использование денситометра и клинометра.

Использование компаса для определения направлений.

Проведение наземных измерений.

Определение типов растительности и видов деревьев.

Использование дихотомического ключа.

Определение расстояния шагами.

## **Приборы и материалы**

Цветная копия изображения (512 x 512 пикселей) вашей местности, полученного с помощью прибора тематического картирования, в видимом спектре (3, 2, 1) и в ближнем инфракрасном спектре (4, 3, 2).

Местная дорожная или топографическая карта (не обязательно).

Компас.

Мерная рулетка длиной 50 м.

Кольшки, флажки или другие знаки постоянной разметки.

Приемник GPS.

Фотоаппарат со штативом.

Денситометр (труба диаметром 4 см и длиной 7,5 см, леска, металлическая гайка или шайба, клейкая лента).

Дихотомический ключ и (или) другие определители местной флоры.

Клинометр (шаблон клинометра, картон, пластмассовая трубочка для питья, металлическая гайка или шайба).

Таблица значений тангенсов.

Гибкая измерительная рулетка.

Небольшой мешочек с зашитой в нем фасолью.

Садовые ножницы для стрижки травы или любые толстые ножницы.

Небольшие мешочки из плотной бумаги.

Сушильная печь.

Весы с точностью шкалы до 0,1 г.

Рабочие листы ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.

## **Подготовка**

Выберите участок (участки).

Проведите учебное занятие по выполнению измерений.

## **Предварительные условия**

Проведение учебного занятия «Обзор местности».



### Предпосылки

В практической работе «Количественные исследования наземного покрова на пробных участках» было показано, как производится закладка пробных участков для количественных исследований наземного покрова, и изложена процедура для сбора данных на этих участках. В настоящей практической работе подробно объясняется, как проводить биологические измерения на всех пробных участках для количественных исследований. Эта практическая работа может выполняться только на участках, отнесенных к классам наземного покрова 0 (лес), 1 (редколесье) и 4 (луга) по системе МУС. Выберите один из этих участков для количественных исследований в качестве своего участка для биологических исследований.



### Как заложить площадку для биологических измерений размером 30 x 30 м

*Особые соображения относительно участков для биологических исследований*

**Примечание:** если вы выполняли ранний вариант этой практической работы и у вас уже заложен участок для биологических исследований, продолжайте использовать его для повторных измерений, следуя инструкциям, приведенным в последнем разделе этой практической работы.



Единственное различие между вашим участком для биологических исследований и площадками размером 30 x 30 м в центре других пробных участков для количественных исследований состоит в том, что биологические измерения на участке для исследований повторяются периодически, тогда как на пробных участках наблюдения проводятся только один раз. После того, как вы определите доминантный и содоминантный типы растительности, вы проведете серию биологических измерений в течение длительного периода времени.



Поскольку ваш участок для биологических исследований закладывается для постоянного использования, вам необходимо отвести в центре участка с помощью постоянных колышков, флажков или других знаков площадку размером 30 x 30 м, где вы будете производить свои измерения. Для закладки этой площадки сделайте следующее.



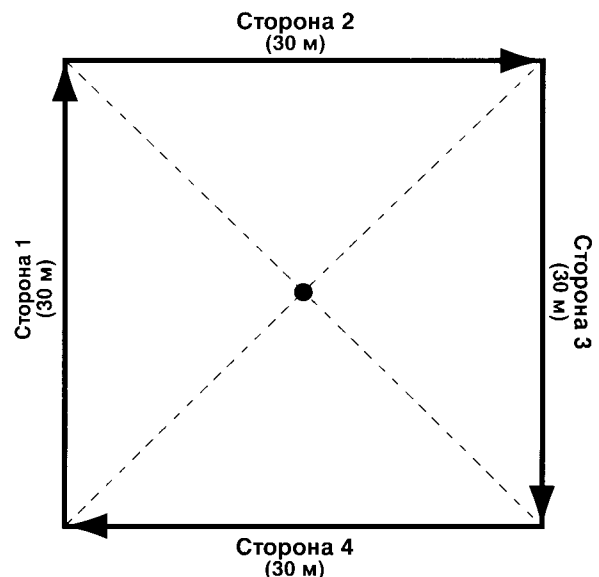
### Этап 1. Заложите участок для биологических исследований

- Следуйте этапам 1 - 4 практической работы «Количественные исследования наземного покрова на пробных участках». Убедитесь, что ваш участок относится к классу 0, 1 или 4 уровня 1 классификации МУС.

### Этап 2. Заложите и обозначьте площадку для биологических исследований размером 30 x 30 м

- Забейте колышек там, где будет находиться один из углов площадки размером 30 x 30 м.
- Используя компас и рулетку, отложите 30 м в направлении на одну из четырех сторон света (север, юг, восток или запад). Поместите второй колышек в конце этого трансекта. Таким образом, вы отметили первую сторону площадки.
- Отложите 30 м от второго колышка перпендикулярно первой стороне площадки. Поместите третий колышек в конце этого трансекта. Это образует вторую сторону площадки.
- Отложите 30 м от третьего колышка перпендикулярно второй стороне площадки и параллельно

Рис. LAND-P-9. Схема закладки участка для биологических исследований



первой стороне площадки. Поместите четвертый кольшечек в конце этого транссекта. Отмечена третья сторона площадки.

- Отложите 30 м от четвертого кольшечка в сторону первого кольшечка. Если этот транссект заканчивается в пределах 2 - 3 метров от первого кольшечка, площадка считается успешно заложеной. Если вы отклонились в сторону, проверьте направления по компасу для каждой из сторон площадки, проверьте длину каждой из сторон площадки и повторите закладку.
- Отметьте центр вашего квадрата, отмерив шагами диагональные транссекты и поместив кольшечки в месте, где две диагонали пересекаются. Можете использовать леску для отметки диагоналей.

### Проведение биологических измерений

В зависимости от типов растительности на вашем участке, вы и ваши учащиеся будете производить серию биологических измерений сомкнутости крон и покрытия травостоя, высоты и окружности деревьев и (или) биомассы травы.

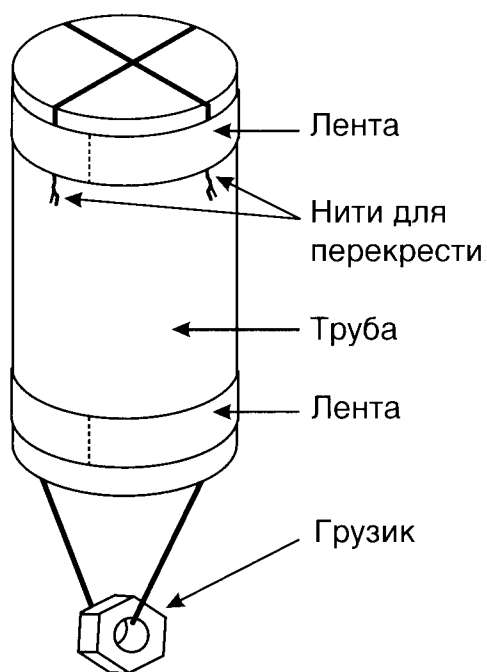


Рис. LAND-P-10. Самодельный денситометр

### Когда проводить биологические измерения

Биологические измерения на вашем участке для биологических исследований проводятся дважды в год: один раз в период наиболее активной вегетации растений, и один раз в период наименее активной вегетации. Если же в вашей местности времена года, зависящие от изменений температуры или выпадения дождей, не выражены, проводите измерения только один раз в год.

На всех остальных пробных участках для количественных исследований проведите биологические измерения только один раз и как можно ближе ко времени наименее активной вегетации.

### Как проводить измерения сомкнутости крон и покрытия травостоя

#### Этап 1. Изготовление денситометра

- Возьмите трубу примерно 4 см диаметром и 7,5 см длиной. Натяните и прикрепите с одного конца перпендикулярно друг к другу две лески для того, чтобы сделать перекрестие.
- Прикрепите с другому концу трубы леску длиной 18 см с надетой на нее гайкой или шайбой. Ваш денситометр готов.

#### Этап 2. Учет сомкнутости крон и покрытия травостоя

- Одна или несколько пар учащихся измеряют шагами диагональ квадрата размером 30 x 30 м.
- После каждого шага, один учащийся смотрит вверх на кроны деревьев через денситометр, совмещая гайку (шайбу) с перекрестием на другом конце трубы.

**Примечание:** если младшим учащимся требуется более 40 шагов для того, чтобы пройти диагональ, они могут проводить наблюдения через один шаг.

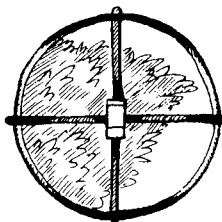
- Если учащийся видит в денситометре, что растительность, ветви или сучья доходят до перекрестия, другой учащийся отмечает это наблюдение знаком «+» в соответствующем месте на рабочем листе ввода полевых





данных доминантной и содоминантной растительности. Если же растительность, ветви или сучья не доходят до перекрестия (т.е. если напротив перекрестия видно небо), другой учащийся отмечает это наблюдение знаком « - ». В итоге учащиеся должны получить серию плюсов и минусов.

- Теперь учащийся должен посмотреть вниз.
- Если растительность находится непосредственно под ногами (или достигает обуви учащегося или ноги ниже колена), другой учащийся отмечает это наблюдение буквой «З» («зеленый») в случае, если растительность зеленого цвета, или буквой «К» («коричневый») в случае, если растительность бурого цвета. Если же растительность не достигает обуви учащегося или ноги ниже колена (т.е. если учащийся стоит на голой земле), другой учащийся отмечает это наблюдение знаком « - ».



В интересах достоверности, учащиеся должны повторить эти измерения.

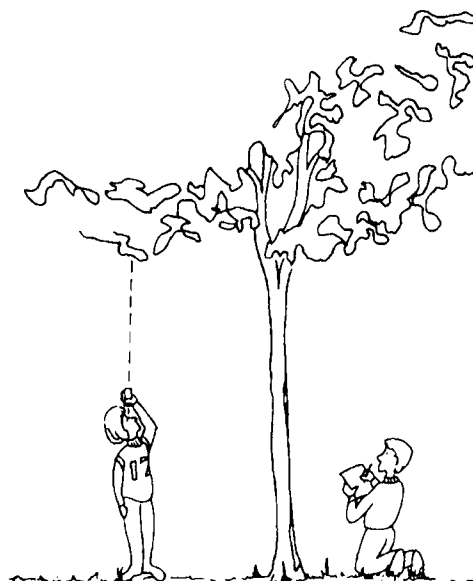


### Этап 3. Сообщение данных о сомкнутости крон и покрытия травостоя

- Загрузите данные (количество плюсов и минусов для сомкнутости крон и количество отметок «З», «К» и минусов для покрытия травостоя) в базу данных учащихся-участников программы GLOBE вместе с другими данными биологических измерений.

**Примечание:** если наблюдения повторялись другими группами учащихся, выберите для сообщения в программу GLOBE только один набор данных.

Рис. LAND-P-11. Пример использования самодельного денситометра



### Этап 4. Вычисление процентов сомкнутости крон и покрытия травостоя

- Вычислите процент сомкнутости крон: сложите количество всех плюсов и разделите на сумму количества плюсов и минусов. Умножьте на 100 для перевода дроби в проценты.
- Вычислите процент покрытия зеленого травостоя: сложите количество всех отметок «З» и разделите на сумму количества всех отметок «З», «К» и минусов. Умножьте на 100 для перевода дроби в проценты.
- Вычислите процент покрытия бурого травостоя: сложите количество всех отметок «К» и разделите на сумму количества всех отметок «З», «К» и минусов. Умножьте на 100 для перевода дроби в проценты.
- Для вычисления общего процента покрытия сложите проценты покрытия зеленого и бурого травостоя.

### Как определять доминантную и содоминантную растительность

После того, как вы заложили участок (или участки), вы уже имеете общее представление о типе растительности, произрастающей на нем. Теперь вы вместе со своими учащимися определите наиболее обычный (доминантный) и следующий по встречаемости (содоминантный) типы растительности в пределах вашего участка для биологических исследований или других пробных участков для количественных исследований. Эта информация может понадобиться вам для определения классификации вашего участка по системе MUC при выполнении практической работы «Система классификации MUC». Исследователям программы GLOBE также необходима эта информация для изучения процесса роста различных типов растительности. Для участков сомкнутого леса и редколесья (классы 0 и 1 уровня 1 по MUC) мы попросим вас определить научные названия (род и вид) двух типов деревьев, которые составляют большую часть сомкнутых крон. Для луговых участков (класс 4 уровня 1 по MUC), определите растения, составляющие большую часть травостоя, как либо *злаки*, либо *разнотравье* (см. определения этих терминов в глоссарии MUC в *Приложении*).

#### Этап 1. Определение типов растительности

- Повторите измерения сомкнутости крон и покрытия травостоя в соответствии с изложенным выше, но на этот раз учащийся должен определить вид дерева, ветви или крона которого видны в перекрестии. Помимо того, глядя вниз, учащийся отмечает, какой тип растительности находится непосредственно под ногами или достигает обуви или ноги учащегося. Другой учащийся записывает типы растительности на рабочем листе ввода полевых данных доминантной и содоминантной растительности.

**Примечание:** если вы не в состоянии определить род и вид дерева в поле, запишите обычное название этого дерева, если оно вам известно. Если же и оно неизвестно, выдумайте условное имя и подробно опишите дерево с тем, чтобы позднее вы могли его точно определить.

#### Этап 2. Вычисление доминантного и содоминантного типов растительности

- Внесите ваши данные в таблицу.

- Если кроны деревьев занимают 40 % и более, и кроны превышают 5 м в высоту, ваш участок относится к лесу или редколесью (классы 0 или 1 уровня 1 по системе MUC). *Доминантный* тип растительности образован тем видом деревьев, кроны которого чаще всего видны в денситометр. *Содоминантный* тип растительности образован следующим по встречаемости видом деревьев. Если ваш участок представляет собой лес или редколесье, определите вид деревьев по дихотомическому ключу или путем консультации с местными специалистами (см. раздел «Полезные советы: как использовать дихотомический ключ»). Затем перейдите к разделу «Как измерять высоту и окружность деревьев».
- Если кроны деревьев занимают менее 40 %, а наземный травостой - более 60 %, на вашем участке доминирует луговая растительность (класс 4 уровня 1 по системе MUC). *Доминантный* тип растительности здесь образован теми видами травянистой растительности, которые чаще всего встречаются в составе травостоя. *Содоминантный* тип растительности образован следующей по встречаемости группой видов либо в травостое, либо образующих древесный ярус. Если ваш участок относится к луговой растительности, определите, является ли она *злаковой* или *разнотравной* (см. определения этих терминов в *Приложении*). Если растительность злаковая, переходите к разделу «Как измерять биомассу травостоя». Если же растительность разнотравная, закончите на этом ваши измерения и наблюдения.

#### Этап 3. Регистрация данных

- Если ваш участок относится к лесу или редколесью, запишите первые четыре буквы названия рода и вида для доминантного и содоминантного видов деревьев в



соответствующем месте рабочего листа ввода полевых данных доминантной и содоминантной растительности.

- Если ваш участок относится к луговой растительности, запишите либо «ЗЛАК» (злаковая), либо «РАЗН» (разнотравная) в соответствующем месте рабочего листа ввода полевых данных доминантной и содоминантной растительности.



**Примечание:** если растительность на вашем участке разнообразна, определение доминантной и содоминантной растительности может оказаться затруднительным. Если вы не можете выбрать четкие доминантный и содоминантный типы растительности, подробно опишите найденные вами типы растительности в разделе «Примечания» в вашем рабочем листе ввода полевых данных доминантной и содоминантной растительности. В строке «Доминант и содоминант» запишите «смешанный тип растительности».



## Примеры

Для лучшего понимания этих операций ниже приводятся два возможных случая проведения измерений.

**Пример 1.** Вы проводите измерения сомкнутости крон и покрытия травостоя, записывая число раз, когда через трубу денситометра видна растительность и число раз, когда видно только небо. Каждый раз, когда вы видите кроны через трубу денситометра, вы записываете и учитываете вид дерева. Затем вы вычисляете сомкнутость крон, которая в этом примере равна 70 %, и отмечаете, что кроны деревьев касаются друг друга. Это означает, что ваш участок относится к *лесу* (класс 0 уровня 1 по системе MUC). Доминантным видом деревьев в вашем лесу является вид, который чаще всего попадался вам. Содоминантным видом деревьев является следующий по встречаемости вид.

**Пример 2.** После того, как вы провели измерения сомкнутости крон и покрытия травостоя, вы вычисляете, что сомкнутость крон равна 20 % и древесный ярус представлен одним видом сосны. В то же время покрытие травостоя равно 90 %, из которых 80 % состоит из злаков и 10 % из разнотравья. Это означает, что ваш участок относится к луговой растительности (класс 4 уровня 1 по системе MUC). Доминантной растительностью на вашем участке являются злаки (запишите «ЗЛАК» на рабочем листе ввода данных). Поскольку сосны занимают 20 % участка, а разнотравье всего 10%, ваш содоминантный тип растительности представлен одним видом сосны.

## Полезные советы: как пользоваться дихотомическим ключом

Слово «дихотомический» происходит от греческих слов «диха» (раздваивать) и «темнейн» (разрезать). Оно означает «разделение на две противоположные части». Ключ - это табличный словарь, или шифр, для расшифровывания или интерпретации. Дихотомический ключ - это разветвленная схема для расшифровывания, которая раздваивается каждый раз на два класса, приблизительно равных по уровню, но противоположных по значению. Ключ должен привести к единственно правильному ответу. Он напоминает лабиринт для мышей. Чтобы мышь могла найти выход из лабиринта, ей надо сделать правильный выбор между двумя направлениями, из которых одно будет верным, а другое - неверным. Мышь может найти выход из лабиринта только в том случае, если она сделает правильный выбор в каждой точке.

Для того, чтобы использовать дихотомический ключ, мы тоже должны сделать правильный выбор между двумя утверждениями в серии противоречащих друг другу утверждений. Чтобы определить правильный выбор, мы можем использовать наши пять чувств (зрение, слух, осязание, вкус и обоняние). Вот простой пример того, как мы можем выбрать для себя обувь.

Предположим, что вы носите матерчатые спортивные туфли. Первым выбором является вопрос, сделаны ли ваши туфли из кожи или из ткани. Поскольку они сделаны из ткани, а не из кожи, вы выбираете «путь», ведущий к слову «МАТЕРЧАТЫЕ». Здесь вам задается вопрос, имеют ли ваши туфли легкую подошву и низкий верх, или же толстую подошву и высокий верх. Ваши туфли имеют легкую подошву и низкий верх, потому в итоге они определяются как матерчатые спортивные туфли (кроссовки).

Заметьте, что *любой* дихотомический ключ имеет ограничения. В наш пример включены только шесть различных видов обуви. Даже очень подробные и специальные ключи не могут включать все возможные выборы. Это в особенности справедливо для экзотических видов растений, которые были интродуцированы в какую-либо местность. Если растения, которые вы пытаетесь определить, не принадлежат к местной флоре или если ваш дихотомический ключ недостаточно полон, вам, возможно, придется прибегнуть к помощи специалистов.

Другое ограничение многих дихотомических ключей состоит в том, что они используют неточную терминологию (например, «легкая» подошва или «низкий» верх). Иногда неясно, что авторы подразумевали под этими терминами. Наилучшими ключами являются те, которые используют объективные признаки, основанные на измерениях, а не субъективные утверждения.

Местные лесники, специалисты, ученые из университетов и др. могут помочь вам в определении видов или нахождении дихотомического ключа для местных видов деревьев. Координатор программы GLOBE по вашей стране также может располагать полезной для вас информацией.

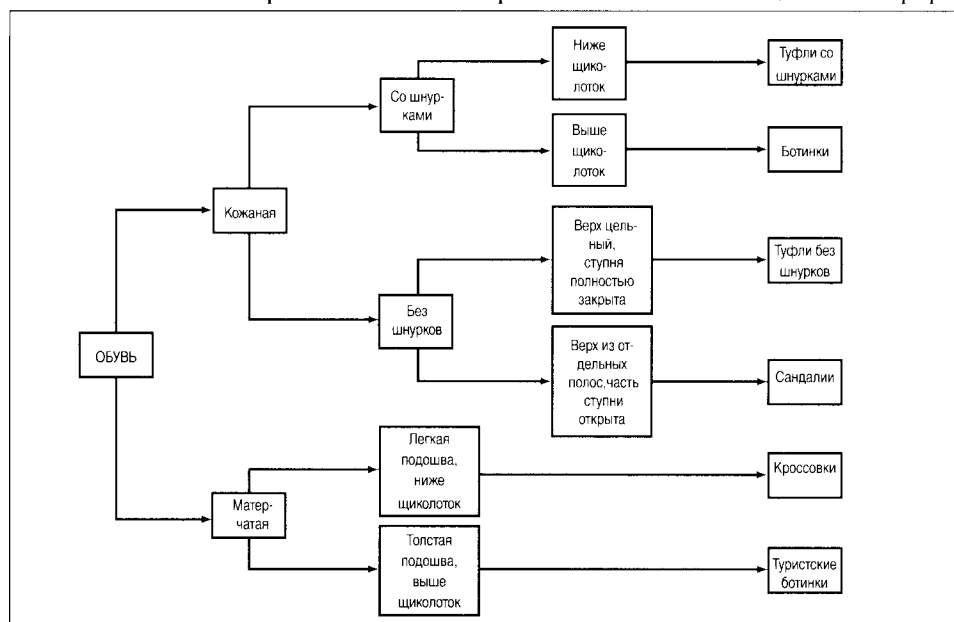


Рис. LAND-P-12. Использование дихотомического ключа

## Как измерять высоту и окружность деревьев

### Как выбирать деревья для измерения

1. Если доминантным видом на вашем участке является вид деревьев, выберите пять деревьев этого вида. Включите сюда самое большое дерево, самое маленькое дерево (из тех, которые достигают полога древесного яруса), и три дерева средней величины. Пометьте деревья для будущего сопоставления данных.
2. Если имеется содоминантный вид деревьев, повторите для него ту же процедуру. При наличии не более пяти содоминантных видов деревьев, включите и другие виды так, чтобы общее число видов было равно пяти. Пометьте деревья для будущего сопоставления данных.

### Как измерять высоту деревьев с помощью клинометра

Клинометр измеряет углы для определения высоты объектов без прямого их измерения. Это прощенный вариант *квадранта* (средневековый измерительный инструмент) и *секстана* (инструмент, который используется для определения положения кораблей). Как и эти инструменты, клинометр имеет градусную дугу, разбитую на деления от 0 до 90 градусов (см. рис. LAND-P-13). Когда вы направляете пластмассовую трубочку клинометра на объект, увидите величину в градусах угла  $BWV$  по положению тесемки относительно градусной дуги. Угол  $BWV$  равен углу  $BAC$ , который является углом наклона клинометра. Если известен угол наклона и ваше расстояние от объекта, вы можете с помощью простого уравнения вычислить высоту объекта.

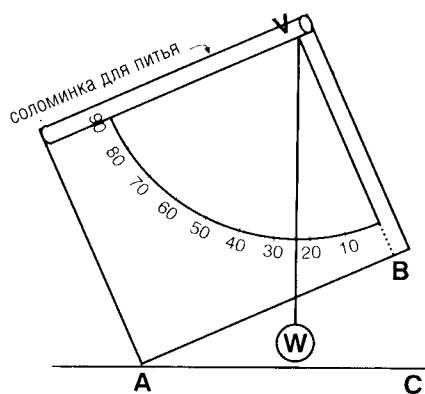


Рис. LAND-P-13. Самодельный клинометр  
С изменениями, из: Bennett, A. and Nelson, L. (1961)  
*Mathematics an Activity Approach*. Allyn & Bacon: Boston.

### Этап 1. Изготовление клинометра

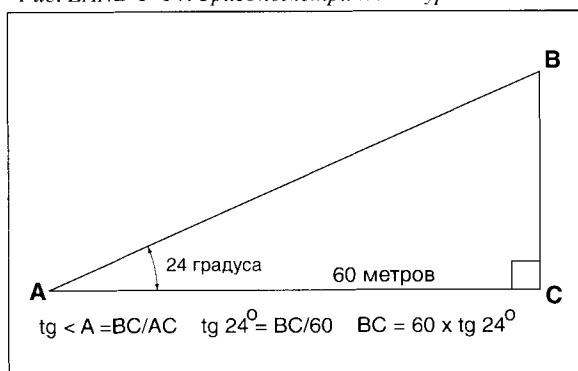
- Наклейте шаблон изображенного клинометра (см. Приложение) на лист твердого картона такого же размера.
- Прodelайте отверстие в отмеченном кружке на листе и завяжите через него один конец тесемки длиной 15 см.
- Привяжите металлическую гайку или шайбу к другому концу тесемки.
- Приклейте липкой лентой пластмассовую трубочку вдоль линии, обозначенной на листе, для использования в качестве прицела.

### Этап 2. Измерьте и запишите расстояния и углы, по которым определяется высота дерева

- Выберите одно из отобранных вами деревьев, отойдите от него на заранее определенное расстояние и запишите это расстояние. Это длина вашей линии  $AC$  (см. рис. LAND-P-14). Для того, чтобы результаты были максимально аккуратными, вы должны выбрать такое расстояние от основания дерева, чтобы величина угла  $BWV$  была между 30 и 60 градусами.
- Измерьте и запишите высоту уровня ваших глаз над поверхностью земли.
- Глядя через трубочку клинометра, наведите ее на верхушку дерева.
- Определите по клинометру величину угла  $BWV$  в градусах и запишите ее; эта величина равна величине в градусах угла  $BAC$ .

В нашем примере (рис. LAND-P-15) учащийся, глядящий на верхушку дерева через клинометра, находится в 60 м от основания дерева. Его глаза находятся на высоте 1,5 м над поверхностью земли. Угол на его клинометре равен 24 градусам (расстояния на рисунке не соответствуют реальному масштабу).

Рис. LAND-P-14. Тригонометрическое уравнение



**Этап 3. Изобразите ваши данные на рисунке**

Используя для примера рис. LAND-P-14, нарисуйте и обозначьте треугольник, отражающий полученную вами информацию.

**Этап 4. Вычислите высоту дерева**

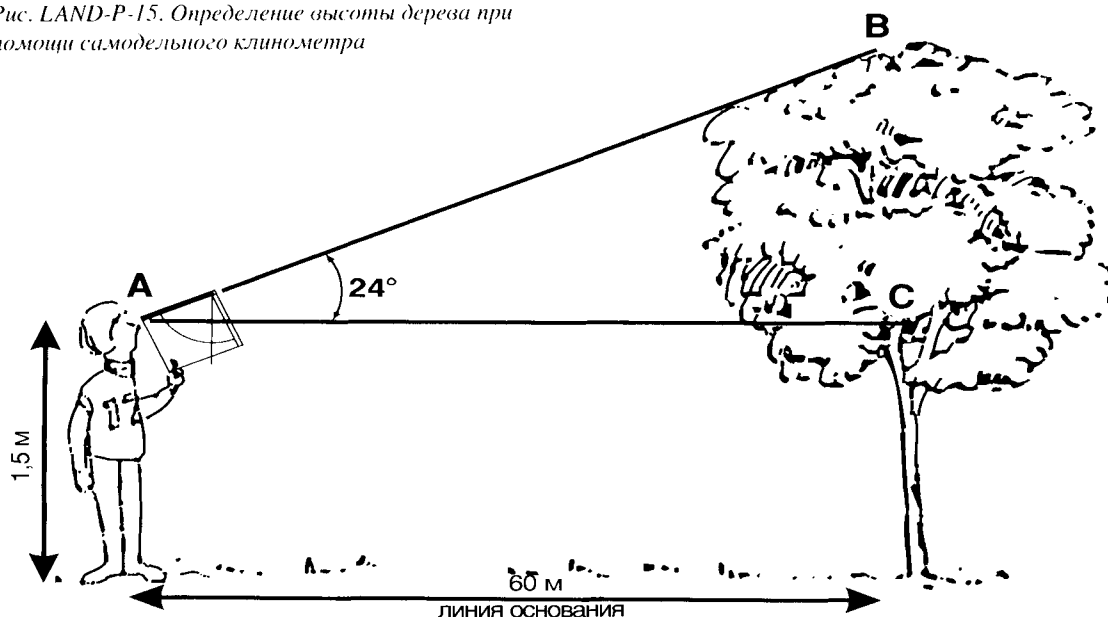
- Используя таблицу значений тангенсов (см. Приложение) и приведенное ниже уравнение, определите высоту треугольника BC:

$$\text{tg } \angle A = BC/AC$$

В нашем примере учащийся решил это уравнение следующим образом:

$$\begin{aligned} \text{tg } 24^\circ &= BC/60, \text{ следовательно,} \\ BC &= 60 \times \text{tg } 24^\circ, \text{ следовательно,} \\ BC &= 60 \times 0,45 = 27 \text{ м.} \end{aligned}$$

Рис. LAND-P-15. Определение высоты дерева при помощи самодельного клинометра



- Прибавьте величину высоты BC к высоте клинометра над поверхностью земли (уровень ваших глаз) для вычисления общей высоты дерева. В приведенном выше примере высота дерева равна  $27 \text{ м} + 1,5 \text{ м} = 28,5 \text{ м}$ .

**Примечание:** для учащихся младшего возраста, если угол BVW равен 45 градусам, расстояние до дерева будет равняться высоте дерева над уровнем глаз учащегося, и это может быть проиллюстрировано путем изображения равнобедренного прямоугольного треугольника без дополнительного объяснения математических выражений.

**Этап 5. Повторите описанную выше процедуру для всех выбранных деревьев**

**Этап 6. Вычислите и запишите среднюю высоту дерева (деревьев)**

- Сложите все измерения высоты (в метрах) доминантного вида деревьев и разделите на 5 для вычисления средней высоты дерева.
- При наличии содоминантных видов, повторите для них ту же процедуру.
- Запишите среднюю высоту деревьев в рабочем листе ввода данных.

**Примечание:** если вы захотите поупражняться в измерении высоты до полевых работ, найдите



на улице высокий объект, высота которого вам известна или может быть измерена непосредственно (например, флагшток или школьное здание). После выполнения описанной выше процедуры сравните ваши результаты с известной высотой объекта.

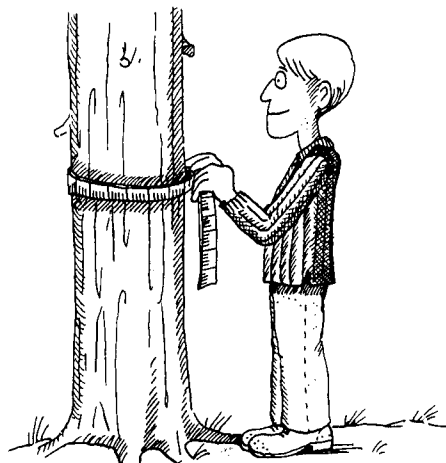
### Как измерять окружность деревьев

#### Этап 1. Измерьте и запишите окружность деревьев

- С помощью гибкой измерительной рулетки измерьте окружность дерева точно на высоте 1,35 м над поверхностью земли. Ученые называют это измерение «*окружность дерева на высоте груди*» (ОВГ).
- Повторите процесс для всех пяти деревьев доминантного вида и для всех пяти деревьев содоминантного вида (при его наличии).
- Запишите величину окружности деревьев в сантиметрах в вашем рабочем листе ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.



Рис. LAND-P-16. Измерение окружности дерева.



Источник: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Общество экологического образования, Чешская Республика



### Как измерять биомассу травостоя

Если доминантным и (или) содоминантным видом растительности на вашем участке являются травянистые растения, вы должны будете измерять *биомассу* - общую массу как живого (зеленого), так и отмершего (бурого) травостоя на квадратный метр участка. Эти данные помогут другим исследователям документировать наземный покров, а также оценивать и моделировать круговорот воды и питательных веществ. Не следует измерять биомассу другой растительности, кроме травостоя, даже если такие виды имеются на вашем участке.

#### Этап 1. Выберите и отметьте три случайных пробных площадки

- Завяжите учащемуся глаза и попросите встать в центре участка и бросить зашитый мешочек с фасолью в то время как вы будете поворачивать учащегося вокруг. Место приземления мешочка выбирается в качестве точки случайной пробы.
- Повторите процесс два раза.
- В каждой точке, используя рулетку, отметьте на земле один квадратный метр.

#### Этап 2. Срежьте и рассортируйте траву

- С помощью садовых ножниц срежьте весь травостой в пределах квадрата. Когда вы закончите, на квадрате не должно быть никакой травы, кроме коротких остатков стеблей (корни должны остаться в земле. Не собирайте отдельно лежащие листья или подстилку).
- Рассортируйте срезанную траву на живую и отмершую. Любая травинка с некоторым количеством зелени считается живой. Отмершей считается только полностью бурая трава.
- Поместите живую и отмершую порции травы в отдельные бумажные (*не полиэтиленовые!*) мешки и аккуратно пометьте каждый из них. Если травостой на вашем участке очень обильный, используйте несколько небольших мешков вместо двух больших.

### Этап 3. Подготовьте и взвесьте образцы срезанной травы

- Принесите мешки с травой в школу и высушите их в течение нескольких дней в сушильной печи при температуре не выше, чем 50-70 градусов Цельсия. Раз в день взвешивайте каждый мешок. Образцы считаются полностью сухими, когда вес мешка перестанет меняться на следующий день. (Примечание: *нельзя* использовать кухонную духовку - это опасно!).
- Взвесьте каждый мешок в отдельности. Затем выложите содержимое мешка и взвесьте пустой мешок. Путем вычитания веса пустого мешка из общего веса определите вес травы. (Используйте весы с точностью шкалы плюс-минус 0,1 г).

### Этап 4. Запишите и сообщите ваши данные

- Запишите вес зеленой и бурой травы в граммах для каждой пробной площадки.
- Загрузите значения веса зеленой и бурой травы для каждой из трех пробных площадок в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.
- Вычислите средний вес (биомассу) зеленой травы путем сложения веса всех трех образцов и деления на 3. Внесите этот вес в графу «Итоги биологических измерений» рабочего листа ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.
- Вычислите средний вес (биомассу) бурой травы путем сложения веса всех трех образцов и деления на 3. Запишите этот вес в графу «Итоги биологических измерений» рабочего листа полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований.

### Как заносить ваши наблюдения в рабочий лист ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований

В Приложении приводится образец рабочего листа ввода полевых данных исследований наземного покрова и биологических исследований, который вы можете использовать для записи наблюдений и измерений на вашем участке. Сделайте необходимое количество копий этого рабочего листа. Для каждого раза, когда учащиеся производят наблюдения, используйте отдельный рабочий лист ввода данных. Этот рабочий лист содержит графы для записи всех возможных наземных наблюдений и измерений, которые включены в данную практическую работу. В зависимости от того, какие из наблюдений и измерений вы производите, определенные графы останутся незаполненными.

Учащиеся должны занести в рабочий лист ввода полевых данных по исследованиям наземного покрова и биологическим исследованиям следующие данные:

1. **Определение участка.** Определите тип вашего пробного участка для исследований наземного покрова. Обозначьте свое посещение участка либо как «сбор данных для обучения составлению карт», либо как «сбор данных для подтверждения карт», а также тип данных как «качественные» или «количественные». Если это участок для сбора количественных данных, запишите, является ли он также участком для биологических исследований.
2. **Название участка.** Дайте название, которое вы с вашими учащимися дали этому участку.
3. **Страна, область, город.** Перечислите эту информацию.
4. **Координаты GPS.** Запишите широту и долготу центра вашего участка, определенные с помощью приемника GPS.
5. **Дата и время.** Запишите дату и время ваших полевых наблюдений и измерений.
6. **Запись произвел:** Запишите имя учащегося или другого исследователя, внесившего данные в лист.





7. **Уровни наземного покрова 2, 3 и 4 по классификации МУС.**

Запишите наиболее подходящие к типу наземного покрова вашего участка название и код, определенные согласно модифицированной системе классификации ЮНЕСКО (МУС). Остановитесь, если ваш участок относится к *населенной местности* или *сельскохозяйственным угодьям*. Остальные наблюдения и измерения проводятся только для естественной растительности.



8. **Доминантный и содоминантный виды**

- Если ваши доминантный и (или) содоминантный виды являются деревьями, запишите первые четыре буквы названия рода и вида каждого (в соответствии с обозначением в дихотомическом ключе).
- Если ваши доминантный и (или) содоминантный виды являются видами травянистой растительности, запишите либо «ЗЛАК» для злаковой, либо «РАЗН» для разнотравной растительности.
- Если растительность на вашем участке очень разнообразна, и доминантный и (или) содоминантный виды не могут быть определены, подробно опишите типы растительности в графе «Примечания и фотографии» (см. ниже), а в этой графе проставьте «смешанная растительность».



9. **Древесный ярус.** Запишите данные наблюдений («+» и «-»), если вы использовали метод денситометра.

10. **Травянистый покров.** Запишите данные наблюдений («З», «К» и «-») для травянистого покрова.

11. **Количество, высота и окружность деревьев.** Запишите количество деревьев и данные измерений их высоты и окружности для пяти деревьев доминантного вида и (если он имеется) для всех пяти деревьев содоминантного вида. (В случае, если доминантный и содоминантный виды являются видами травянистой растительности, оставьте графу незаполненной).



12. **Биомасса зеленой и бурой травы.**

В случае, если на участке доминирует травянистая растительность, запишите биомассу зеленой и бурой травы для каждой пробной площадки после высушивания образцов в школе (Если травянистая растительность на участке не доминирует, оставьте графу незаполненной).

13. **Итоги биологических измерений.**

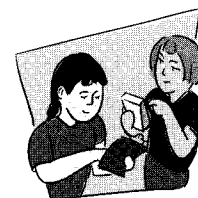
Запишите вычисленные процентные значения сомкнутости крон, покрытия зеленой и бурого травостоя, среднюю высоту и окружность деревьев и среднюю биомассу травы по данным нескольких образцов.

**Примечание:** загрузите все данные, отмеченные звездочкой, в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.

14. **Примечания и фотографии.**

Внесите сюда полевые наблюдения, имеющие отношение к вашим исследованиям - погодные условия, количество и ориентацию сделанных фотографий, и т.д.

# Система классификации MUC



Приветствие

Введение

Практика

Система классификации MUC

Занятия

Приложение

## **Предназначение практической работы**

Проведение классификации наземного покрова с использованием модифицированной системы классификации ЮНЕСКО (MUC)

## **Обзор**

Учащиеся обучаются использованию иерархической системы классификации для того, чтобы определять класс по системе MUC для наземного покрова пробных участков.

## **Продолжительность работы**

От 15 до 45 минут для полевых наблюдений и определения правильного класса по системе MUC (исключая время на дорогу)

## **Уровень подготовки учащихся**

Любой

## **Частота измерений**

Для пробных участков для количественных исследований наземного покрова - один раз во время наибольшей вегетации растительности.

## **Важнейшие концепции**

Сомкнутость крон.

Покрывание травостоя.

Иерархическая система классификации наземного покрова.

## **Навыки**

*Использование* компаса.

*Определение* расстояния шагами.

*Использование* системы классификации.

*Принятие решений* на основании определений и правил.

*Определение* типов растительности и видов деревьев.

*Использование* системы MUC для определения класса наземного покрова пробных участков.

## **Приборы и материалы**

Текст системы MUC с соответствующими определениями.

Компас

Денситометр.

Рабочий лист ввода данных биологических измерений.

## **Подготовка**

Изучите систему MUC и примеры классификации.

Определите классы MUC, которые могут быть представлены в вашей местности.

## **Предварительные условия**

Выполнение учебного занятия «Классификация листьев».

Измерение расстояние шагами.

Пользование компасом и денситометром.

## **Предпосылки**

В исследованиях по программе GLOBE мы пользуемся модифицированной системой классификации ЮНЕСКО (MUC) для классификации наземного покрова. Система MUC имеет экологическую основу и следует принятым международным стандартам. Эта система имеет четыре иерархически расположенных уровня классификации. Как видно из таблиц LAND-P-3 и LAND-P-4, каждый следующий уровень классификации основан на более подробных характеристике предыдущего, более общего уровня. Система MUC использует коды, включающие от одной до четырех цифр, для характеристики классов наземного покрова. В этих кодах каждая цифра обозначает класс определенного уровня классификации, начиная с наиболее низкого (общего) уровня. При определении класса однородного участка наземного покрова по системе MUC, всегда

начинайте с с наиболее низкого уровня классификации (т.е. с первой цифры кода MUC) и последовательно переходите к более высшим (подробным) уровням. Определения классов MUC даются в *Приложении*; при установлении класса MUC для участка наземного покрова учащиеся должны постоянно сверяться с этими определениями, не доверяя своей памяти или общим представлениям.

Система классификации - это всеобъемлющий набор категорий, включающий наименования и определения, обычно представленный в виде иерархических уровней или разветвляющейся схемы. Система классификации используется для организации набора данных, например, списка типов наземного покрова, в осмысленные группы. Система классификации должна быть как *полностью исчерпывающей*, так и *взаимоисключающей*. *Полностью исчерпывающая* классификация должна содержать

Табл. LAND-P-3. Уровни 1 и 2 системы MUC

		Уровень 1	Уровень 2		
Естественный покров	0	Сомкнутый лес	01 02 03	Преимущественно вечнозеленый лес Преимущественно листопадный лес Экстремально ксероморфный (сухой) лес	
	1	Редколесье	11 12 13	Преимущественно вечнозеленое Преимущественно листопадное Экстремально ксероморфное (сухое)	
	2	Заросли кустарников	21 22 23	Преимущественно вечнозеленые Преимущественно листопадные Экстремально ксероморфные (сухие)	
	3	Заросли из карликовых кустарников	31 32 33 34	Преимущественно вечнозеленые С преобладанием листопадных пород Крайне ксероморфные Тундра	
	4	Луга	41 42 43 44	Высокие злаковники Средние злаковники Низкие злаковники Разнотравье	
	5	Голая земля	51 52 53 54 55 56	Солончаки Пески Скалы Снежники Ледники Прочее	
	6	Мокрые земли	61 62 63 64	Речные Болотные Эстуарии Озерные	
	7	Открытая вода	71 72	Пресные воды Море	
	Окультуренный покров угодя	8	Земельные	81 82	Сельскохозяйственные Не сельскохозяйственные
		9	Городские земли	91 92 93 94	Жилая застройка Промышленность Транспорт Прочее

Источники: UNESCO, 1973 и GLOBE, 1996

соответствующий класс для любого возможного типа данных (например, типа наземного покрова). *Взаимоисключающая* классификация должна содержать один, и только один, соответствующий класс для любого возможного типа данных. Организация системы в виде иерархических уровней означает, что для классов системы существует несколько уровней: первый уровень включает наиболее общие классы, и каждый последующий (более высокий) уровень классификации включает все более подробные характеристики; большое количество подробных классов включается в меньшее количество более общих классов.

Так, например, система МС имеет 10 классов уровня 1, в том числе «Сомкнутый лес», «Редколесье» и «Городские земли» (см. таблицы LAND-P-3 и LAND-P-4). Классы уровня 2 в составе класса «Сомкнутый лес» включают: «Преимущественно вечнозеленый лес», «Преимущественно листопадный лес» и «Экстремально ксероморфный (сухой) лес». Эти классы уровня 2 характеризуются более подробно, чем класс уровня 1 («Сомкнутый лес»), и все они входят в состав класса «Сомкнутый лес». Другими словами, каждый из этих трех классов уровня 2 в то же время является частью класса уровня 1 «Сомкнутый лес». Таблица LAND-P-3 представляет собой

сокращенный вариант системы МС и включает только классы уровней 1 и 2.

Обзор полной системы МС приводится в таблице LAND-P-4. Обратите внимание на то, что этот обзор содержит только наименование и идентификационный код каждого класса. Полное определение и описание каждого класса может быть найдено в «Терминологическом глоссарии модифицированной системы классификации ЮНЕСКО», приведенном в *Приложении*. Каждый класс определяется на основе четких критериев выбора.

### Пример определения класса по системе классификации МС до уровня 2

На рис. LAND-P-17 иллюстрируются критерии, которые используются для того, чтобы различить классы «Лес» и «Редколесье» на уровне 1 классификации МС, и типы покрова «Преимущественно вечнозеленый лес», «Преимущественно листопадный лес» и «Преимущественно ксероморфный лес» на уровне 2 классификации.

Для того, чтобы наземный покров классифицировался как лес или редколесье, сомкнутость крон деревьев должна превышать 40 %. Если кроны деревьев смыкаются (т.е. ветки соседних деревьев соприкасаются), участок считается

Рис. LAND-P-17. Применение системы МС для леса и редколесья

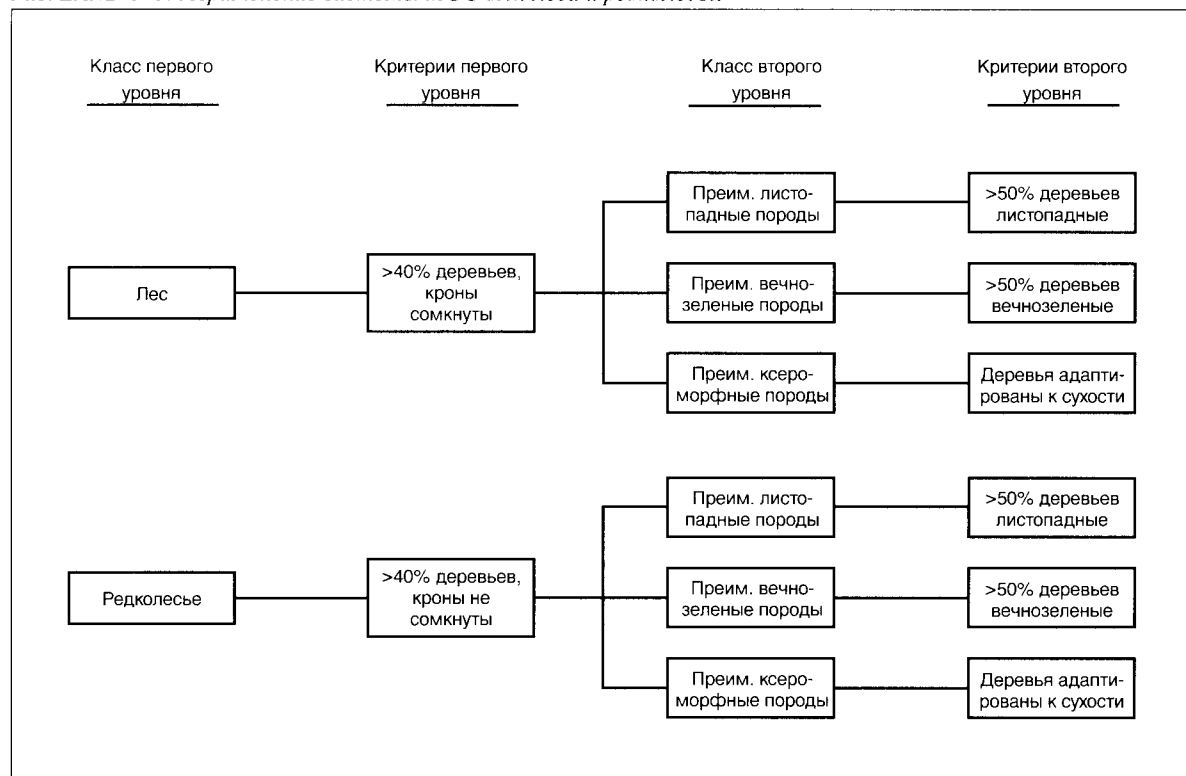


Табл. LAND-P-4. Уровни 1-4 системы MUC

УРОВЕНЬ 1	УРОВЕНЬ 2	УРОВЕНЬ 3	УРОВЕНЬ 4	ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИМЕРЫ			
0 Сомкнутый лес	01 Преимущественно вечнозеленый лес	011 Влажный тропический лес	011	Равнинный лес	Атлантические склоны, Коста-Рика Сьерра-де-Тамаманка, Коста-Рика Б.во-Маунтинс, Ямайка		
			012	Тропический и субтропический, сезонный вечнозеленый		012	Предгорный лес
			013	Тропический и субтропический подэкваториальный		013	Горный лес "Субальпийский" лес
			014	Субтропический влажный лес		014	Горный лес "Субальпийский" лес
			015	Вечнозеленый влажный лес умеренной и приполярной зоны		015	Горный лес "Субальпийский" лес
		016	Вечнозеленый листопадный широколиственный лес умеренной зоны	016	Равнинный лес Предгорный лес	Северная Америка, Австралия, Тайвань	
		017	Вечнозеленый широколиственный склерофильный лес с зимними осыдаками	017	Горный лес "Субальпийский" лес		
		018	Тропический и субтропический вечнозеленый хвойный лес	018	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту	<i>Eucalyptus globulus</i> , <i>E. diversicolor</i> Калифорнийский лес из вечнозеленого дуба, США	
		019	Вечнозеленые хвойные леса умеренной и приполярной зоны	019	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту	Сосновый лес из видов <i>Pinus</i> spp. Гондурас, Никарагуа Сосновый лес из видов <i>Pinus</i> spp. Филиппины, южная Мексика	
				020	Горный и субальпийский	Гигантский лес (более 50 м в высоту) (Несимметрично) Округлые кроны Ковчешские кроны Цилиндрические кроны	
				021	Равнинный и предгорный лес		
				022	Горный и субальпийский лес		
				023	Равнинный лес Предгорный лес		
				024	Горный лес "Субальпийский" лес		
				025	Равнинный лес		
				026	Горный лес		
				027	Равнинный лес Предгорный лес		
				028	Горный лес "Субальпийский" лес		
				029	Горный лес "Субальпийский" лес		
		030	Умеренный вечнозеленый влажный лес	Чилиское побережье			
		031	Приполярный вечнозеленый влажный лес				
		032	Равнинный лес Предгорный лес				
		033	Горный лес				
		034	Равнинный лес Предгорный лес				
		035	Горный лес "Субальпийский" лес				
		036	Горный лес "Субальпийский" лес				
		037	Умеренный вечнозеленый влажный лес				
		038	Приполярный вечнозеленый влажный лес				
		039	Равнинный лес Предгорный лес				
		040	Горный лес "Субальпийский" лес				
		041	Равнинный и предгорный лес				
		042	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		043	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		044	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		045	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		046	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		047	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		048	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		049	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				
		050	Равнинный и предгорный лес 50м в высоту				

Табл. LAND-P-4. Уровни 1-4 системы MUC (продолжение)

УРОВЕНЬ 1		УРОВЕНЬ 2		УРОВЕНЬ 3		УРОВЕНЬ 4		ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИМЕРЫ
Естественная растительность								
0	Сомкнутый лес	02	Преимущественно листопадный лес	021	Тропические и субтропические засухо-листопадные	0211 0212	Широколиственные равнинные и предгорные леса Горные и туманные леса	Север Коста-Рика Север Перу
				022	Хвойные листопадные леса с вечнозелеными деревьями и кустарниками	0221 0222	Леса с вечнозелеными широколиственными деревьями и лианами Леса с вечнозелеными хвойными деревьями	Леса из видов <i>Nescaquibium, Hedera helix</i> в Восточной Европе; леса из видов <i>Magnolia urub.</i> в Северной Америке Кеново-туговые леса, северо-восток США
				023	Хвойные листопадные леса без вечнозеленых деревьев	0231 0232 0233	Умеренные равнинные и предгорные широколиственные леса Горные или бореальные Субальпийские или приполярные	Леса, переходящие в редкожеле
03	Экстремально ксероморфный (сухой) лес	03	Преимущественно вечнозеленое редкожеле	031	Леса с доминированием суккерифитов	0321	Смешанный листопадно-вечнозеленый лес	
				032	Лес, состоящий из деревьев с колодами	0322	Чисто листопадный лес	
				033	Лес, представленный в основном суккулянтами			
11	Преимущественно вечнозеленое редкожеле	11	Преимущественно вечнозеленое редкожеле	111	Вечнозеленое широколистное редкожеле	1121	Кроны округлые	Состоят из видов <i>Rhus urub.</i>
				112	Вечнозеленые хвойные	1122 1123	Преобладают конические кроны Кроны узко-цилиндрические	Преимущественно субальпийские Виды <i>Rhus urub.</i> в бореальных районах
12	Преимущественно листопадные редкожеле	12	Преимущественно листопадные редкожеле	121	Засухо-листопадные	1211 1212	Широколиственные равнинные и предгорные Горные и туманные	
				122	Хвойно-листопадные с вечнозелеными	1221 1222	С вечнозелеными широколиственными деревьями и лианами С вечнозелеными хвойными деревьями	
				123	Хвойно-листопадные без вечнозеленых	1231 1232 1233	Широколиственные листопадные Хвойные листопадные Смешанные листопадные	
13	Экстремально ксероморфные (сухие)	13	Преимущественно суккулянтный лес	131 132 133	С доминированием суккерифитов С колодными деревьями Преимущественно суккулянтный лес	1321 1322	Смешанные листопадно-вечнозеленые Чисто листопадные	

Табл. LAND-P-4. Уровни 1-4 системы MUC (продолжение)

УРОВЕНЬ 1	УРОВЕНЬ 2	УРОВЕНЬ 3	УРОВЕНЬ 4	ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИМЕРЫ				
2	Ботанические растительность	Кустарниковые заросли	21	Вечнозеленые широколиственные	2111 2112	Низкие бамбуковые заросли Деревья растущие группами	Заросли из средиземноморской карликовой пальмы, из габайского древоподобного дерева, из <i>Podocarpus</i> или <i>Nyctax/Haemata</i> на Гавайских островах Чапараль из макки Представлены вересковым <i>Scleria</i>	
			212	Хвойные вечнозеленые микрофильные	2121 2122	Хвойные вечнозеленые	Состоят из видов <i>Pinus/Quercus</i> , ("Krummholz" - нем.) Тропический субальпийский	
			221	Засухоустойчивые смешанные с вечнозелеными древесными растениями	2231	Засухоустойчивые смешанные с вечнозелеными древесными		
			222	Засухоустойчивые без вечнозеленых	2232	Засухоустойчивые без вечнозеленых		
			223	Хвойно-лиственные	2231 2232	Хвойно-лиственные		
		22	Преимущественно листопадные	231	Преимущественно вечнозеленые	2311 2312	Вечнозеленые полукустарные Полулиственные полукустарные	Сообщества <i>Amelanchier</i> <i>Juniper</i> представленные родами <i>Juniper</i> и другими кустарниками
				232	Экстремально ксерофильные (сухие)	2321 2322	Без суккулентов С суккулентами	
				311	Чаши из вечнозеленых карликовых кустарников	3111	Густые кустистые чаши	Верещатник из видов <i>Calluna</i>
				312	Заросли вечнозеленых карликовых кустарников	3112	Степные вечнозеленые кустарники	Вечнозеленые кустарники <i>Arctostaphylos</i> <i>Aspidosiphon</i> spp.
				313	Заросли вечнозеленых и травянистых растений	3131 3132	Истинные вечнозеленые и травянистые Частично вечнозеленые и травянистые	Верещатник из видов <i>Nardus</i> и <i>Calluna</i> <i>Rhynchospora</i> spp. в Греции
3	Заросли из карликовых кустарников	321	Флора, в основном засухоустойчивые	3221 3222	Кустистые засухоустойчивые Степные засухоустойчивые			
		322	Обязательно засухоустойчивые	3223	Засухоустойчивые подушечники			
		323	Хвойно-засухоустойчивые	3224 3231 3232	Смешанные засухоустойчивые Кустистые засухоустойчивые Степные засухоустойчивые			
		323	Хвойно-засухоустойчивые	3233 3234	Засухоустойчивые подушечники Смешанные засухоустойчивые			
		323	Хвойно-засухоустойчивые	3233 3234	Засухоустойчивые подушечники Смешанные засухоустойчивые			

Табл. LAND-P-4. Уровни 1-4 системы MUC (продолжение)

УРОВЕНЬ 1		УРОВЕНЬ 2		УРОВЕНЬ 3		УРОВЕНЬ 4		ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИМЕРЫ		
Естественная растительность	33	Экстремально ксероморфные (сухие)	331	Преимущественно вечнозеленые	3311	Вечнозеленые полупустынные	Без суккулентов			
			332	Листопадные полупустынные	3312	Полулистопадные полупустынные				
Заросли из карликовых кустарников	34	Тундра	341	Преимущественно представляющая ормозитам	3411	Кустистая	С суккулентами			
			342	Преимущественно лишайниковая	3412	Следящиеся или дернинные				
Травянистая растительность	41	Высокотравные злаковники	411	Деревья покрывают 10-40 % поверхности	4110	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные вечнозеленые деревья	Хвойные вечнозеленые деревья	Термитная саванна	
					4113	Широколиственные листопадные деревья				
			412	Деревья покрывают < 10 % поверхности	4120	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные листопадные деревья	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные вечнозеленые деревья	Широколиственные полувечнозеленые деревья
					4121	Широколиственные вечнозеленые деревья				
					4122	Широколиственные полувечнозеленые деревья				
					4123	Широколиственные листопадные деревья				
			413	С кустарниками	4130	Хвойные вечнозеленые кустарники	Широколиственные вечнозеленые кустарники	Широколиственные полувечнозеленые кустарники	Широколиственные листопадные кустарники	Тропические и субтропические с деревьями и кустарниками, растущими группами на грядках термитов
					4131	Широколиственные вечнозеленые кустарники				
					4132	Широколиственные полувечнозеленые кустарники				
					4133	Тропические и субтропические с деревьями и кустарниками, растущими группами на грядках термитов				
4134	Тропические с пальмами									
414	Открытые синузлы с растениями, растущими группами (обычно пальмы)	4141	Тропические с пальмами							
415	Без древесной синузлы	4151	Тропические							
42	Деревья покрывают 10-40 % поверхности	4210	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные вечнозеленые деревья	Широколиственные листопадные деревья	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные вечнозеленые деревья	Низкие широты Африки, южная Азия, южная Австралия, верхний Нил		
		4211	Широколиственные вечнозеленые деревья							
		4212	Широколиственные листопадные деревья							
		4213	Широколиственные листопадные деревья							
422	Деревья покрывают < 10 % поверхности	4220	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные вечнозеленые деревья	Широколиственные листопадные деревья	Хвойные вечнозеленые деревья	Широколиственные вечнозеленые деревья	Термитная саванна		
		4221	Широколиственные вечнозеленые деревья							
		4222	Широколиственные листопадные деревья							
		4223	Широколиственные листопадные деревья							
4224	Тропические и субтропические с деревьями и кустарниками, растущими группами на грядках термитов									



Табл. LAND-P-4. Уровни 1-4 системы MUC (продолжение)

УРОВЕНЬ 1		УРОВЕНЬ 2		УРОВЕНЬ 3		УРОВЕНЬ 4		ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИМЕРЫ			
4	Естественная растительность	42	Зачиновки средней высоты	423	С кустарниками	4230	Хвойные вечнозеленые кустарники	Термитная саванна	Высотравная прерия (США, восточный Канзас) <i>Festuca porteri-zealandiae</i> (Новая Зеландия)		
						4231	Широколиственные вечнозеленые кустарники				
						4232	Широколиственные полувечнозеленые кустарники				
						4233	Широколиственные листопадные кустарники				
						4234	Тропические и субтропические с деревьями и кустарниками, растущими группами на гнездах термитов				
						4235	Древесная сиэнзия листопадных колошчат кустарников				
						424	Открытые сиэнзии с растениями, растущими группами			4241	Субтропические, с открытыми пальмовыми рощами
						425	Без древесных сиэнзий			4251	Преимущественно дерновинные злаки
						4252				4252	Преимущественно пикнидерновинные злаки
						4	Травянистая растительность			43	Низкотравные злаковники
4311	Широколиственные вечнозеленые деревья										
4312	Широколиственные полувечнозеленые деревья										
4313	Широколиственные листопадные деревья										
4320	Хвойные вечнозеленые деревья										
4321	Широколиственные вечнозеленые деревья										
4322	Широколиственные полувечнозеленые деревья										
4323	Широколиственные листопадные деревья										
4324	Тропические и субтропические с деревьями и кустарниками, растущими группами на гнездах термитов										
433	С кустарниками	4330	Хвойные вечнозеленые кустарники								
4331	Широколиственные вечнозеленые кустарники	4332	Широколиственные полувечнозеленые кустарники								
4333	Широколиственные листопадные кустарники	4334	Тропические и субтропические с деревьями и кустарниками, растущими группами на гнездах термитов								
4335	Древесная сиэнзия листопадных колошчат кустарников	4335									
434	Открытые сиэнзии с растениями, растущими группами	4341	Субтропические с открытыми пальмовыми рощами								
435	Преимущественно дерновинные злаки с присутствием древесной сиэнзии	4351	Тропические альяйские с пальмами, растущими группами								
4352		4352	Тропические альяйские, но очень открытые, без пальм, растущими группами								
4353		4353	Тропические и субтропические альяйские с открытыми массивами вечнозеленых								
4354		4354	С маранковыми кустарниками								
436	Без древесной сиэнзии	4361	Низкотравные сообщества	Низкотравная прерия (США, Кокордо)							
4362		4362	Сообщества пиктидерновинных злаков	Низкотравные в праждадном альяйском штате С.в. Америки и Евразии. Высотравные							
437	Мелколуговые сообщества средней высоты	4371	Сообщества дерновинных злаков								
			4372	Альяйские и субальяйские туга							

Табл. LAND-P-4. Уровни 1-4 системы MUC (продолжение)

УРОВЕНЬ 1		УРОВЕНЬ 2		УРОВЕНЬ 3		УРОВЕНЬ 4		ПРИМЕЧАНИЯ И ПРИМЕРЫ
Естественная растительность		Разнообразная растительность		Высокотравные сообщества		Пыльноцветные заросли		
4	Травянистая растительность	44	Разнообразная растительность	441	Высокотравные сообщества	4411	Пыльноцветные заросли	
				442	Низкотравные сообщества	4421	Высокотравные сообщества	
5	Пустые земли	51	Сухие солончаки			4422	Преимущественно многолетние травянистые сообщества	
		52	Участки песка				Преимущественно однолетние травянистые сообщества	
		53	Обнажения породы					
		54	Многолетние снежные поля					
		55	Дельтаки					
		56	Другие					
6	Мокрые земли	61	Приречные					
		62	Болотные					
		63	Эстуарии					
		64	Озерно-болотные					
7	Открытые водоемы	71	Пресные					
		72	Морские					
<b>Окультуренная растительность</b>								
8	Культивируемые земли	81	Сельскохозяйственные земли	811	Кормовые угодья или пастбища			
				812	Сады и культивируемые земли			
				813	Огороженные кормовые угодья			
				814	Другие сельскохозяйственные угодья			
		82	Не сельскохозяйственные земли	821	Парки и площадки для игр			
				822	Площадки для игр в гольф			
				823	Кладбища			
				824	Другие не сельскохозяйственные			
9	Городские земли	91	Жилые земли					
		92	Коммерческие и промышленные земли					
		93	Транспортные земли					
		94	Другие земли					

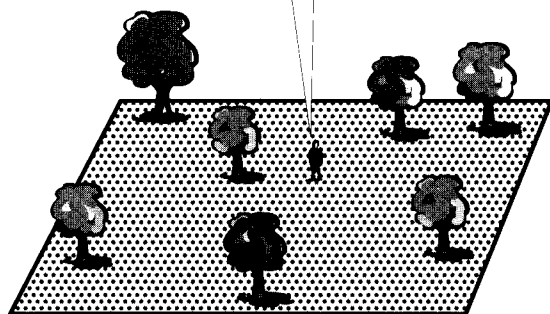
Источник: ЮНЕСКО (UNESCO), 1973 и программа GLOBE, 1996

лесом. Если же деревья расположены вдалеке друг от друга так, что их кроны не смыкаются, то такой участок считается редколесьем. Классы уровня 2 обычно зависят от видового состава наземного покрова первого уровня. В нашем примере, определение класса уровня 2 для леса или редколесья зависит от процентного участия листопадных и вечнозеленых пород деревьев в формировании древесного яруса.

### Дополнительные примеры использования системы MUC

Приведенные ниже примеры демонстрируют процесс классификации. При чтении этих примеров сверяйтесь с обзором системы MUC (табл. LAND-P-4) и с «Терминологическим глоссарием MUC», приведенным в Приложении.

Я вижу примерно 80% травы высотой около 1 метра, и 15-20% лиственных деревьев.



#### Пример 1

В этом примере ваш пробный участок для исследований наземного покрова (90 x 90 м) представляет относительно однородную местность, покрытую травянистой растительностью. Около 80 % участка покрыты злаками и разнотравьем до 1 м высотой (75 % и 25 %, соответственно), и около 15-20 % участка заняты широколиственными листопадными деревьями.

**Уровень 1.** По системе классификации MUC вы находите, что подходящим классом уровня 1 в вашем случае, скорее всего, является класс 4, «Луга». По «Глоссарию MUC» вы определяете, что для того, чтобы классифицироваться как класс 4, участок должен иметь более 60 % общего покрытия в виде травянистой растительности; таким образом, вы подтверждаете, что ваш участок относится к классу 4.

**Уровень 2.** В соответствии с системой классификации MUC, для класса 4 имеется четыре возможных варианта на уровне 2 (классы 41-44). Просмотрев их определения, вы решаете, что, поскольку доминантным типом травянистого покрова являются злаки (более 50 %), то класс уровня 2 должен определяться как «Злаковники». Поскольку злаки на вашем участке имеют высоту между 50 см и 2 м, вы выбираете класс 42 - «Злаковники средней высоты».

**Уровень 3.** В соответствии с системой классификации MUC, для класса 42 имеется пять возможных вариантов для уровня 3 классификации (классы 421-425). Поскольку 15-20 % на вашем участке составляют деревья, вы выбираете класс 421, «с присутствием от 10 до 40 % деревьев», подтверждая этот выбор согласно определению, данному в Глоссарии.

**Уровень 4.** Теперь вы имеете три возможных варианта для уровня 4 классификации (классы 4211-4213). Поскольку деревья на вашем участке являются широколиственными и листопадными, вы выбираете класс 4213. Таким образом, вы завершили классификацию до уровня 4 по системе MUC.

#### Пример 2

Предположим, что вы живете в равнинной местности с умеренным климатом. Выбранный вами пробный участок для исследований наземного покрова в основном покрыт лесом, в котором кроны деревьев смыкаются. В то же время около 20 % поверхности участка заняты домами. Деревья на участке делятся примерно на 60 % вечнозеленых и 40 широколиственных пород.

Я вижу около 70% деревьев с сомкнутыми кронами, и около 20% домов! Деревья в основном вечнозеленые.



**Уровень 1.** В системе классификации MUC вы просматриваете возможные варианты для уровня 1. Поскольку кроны деревьев сомкнуты и на вашем участке в целом деревья занимают более 40 %, ваш участок относится к классу 0 («Сомкнутый лес») уровня 1 классификации.

**Уровень 2.** Теперь у вас имеется три возможных варианта для уровня 2 (классы 01-03). Поскольку более 50 % деревьев на вашем участке являются вечнозелеными, вы выбираете класс 01, «Преимущественно вечнозеленый лес».

**Уровень 3.** У вас имеется девять возможных вариантов для уровня 3 классификации (классы 011-019), но из них пять относятся явно к тропическим и субтропическим областям. Шестой вариант относится к категории климата с дождливым зимним периодом, что, очевидно, также не подходит для вашего случая. Таким образом, для выбора фактически остается только три варианта (015, 016 и 019). После просмотра их определений в Глоссарии, вы выбираете класс 016, «Умеренный вечнозеленый лес с присутствием широколиственных листопадных пород».

**Уровень 4.** У вас имеется четыре возможных варианта для уровня 4 классификации (классы 0161-0164). Поскольку вы живете в равнинной местности, для вашего случая подходит класс 0161, «Равнинные леса».

### **Как классифицировать наземный покров по системе MUC**

В процессе классификации наземного покрова по системе MUC всегда начинайте с наиболее общих классов (уровень 1) и последовательно переходите к более подробным (высшие уровни) классам. В системе MUC имеется 10 классов для уровня 1 классификации. Восемь из десяти этих классов принадлежат к естественному покрову и два - к окультуренному. Ни один из остальных уровней системы MUC не имеет более шести классов наземного покрова, поэтому наиболее сложным для выбора является установление одного из 10 классов уровня 1. Однако, поскольку эти классы определены в очень общих терминах, различия между ними достаточно велики и выбор одного из классов уровня 1 обычно вполне очевиден. Постоянно сверяйтесь с определениями для каждого класса наземного покрова для того, чтобы правильно сделать выбор на всех уровнях.

### **Как классифицировать наземный покров до класса уровня 1 системы MUC**

#### **Этап 1. Исключите максимально возможное количество классов уровня 1 по системе MUC**

- Сравните ваш пробный участок для исследований наземного покрова с определениями 10 классов уровня 1 системы MUC.
- Обычно только немногие из классов уровня 1 системы MUC могут подойти под ваш тип покрова; исключите все остальные классы из рассмотрения.

#### **Этап 2. Проведите измерения, необходимые для определения класса уровня 1 по системе MUC**

- Измерьте высоту и окружность деревьев, сомкнутость крон и наземного растительного покрова, и определите доминантные и содоминантные виды растений для того, чтобы определить необходимый класс первого уровня MUC. Следуйте соответствующим процедурам в практической работе «Биологические измерения». Во многих случаях измерения могут не понадобиться.
- Используя количественные измерения, разрешите существующие проблемы и дайте участку классификацию для уровня 1 по системе MUC.

#### **Этап 3. Проверьте вашу классификацию.**

Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов уровней 2, 3 и 4 системы MUC, входящих в выбранный вами класс уровня 1 системы MUC. Если ни одно из этих определений более высших классов не подходит для вашего участка, пересмотрите ваш выбор класса уровня 1 по системе MUC, сделанный выше (Этап 2).

### **Как классифицировать наземный покров до классов уровней 2, 3 и 4 по системе MUC**

#### **Этап 1. Определите класс уровня 2 по системе MUC**

- Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов уровня 2 по системе MUC, входящих в выбранный вами класс уровня 1 по системе MUC.
- Выберите класс уровня 2 MUC, подходящий для вашего участка.



- Если необходимо, проведите измерения растительности на вашем участке для определения количественных свойств, по которым различаются между собой классы уровня 2 системы MUC. Используйте процедуры, изложенные в разделе «Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC».



### Этап 2. Определите класс уровня 3 по системе MUC

- Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов уровня 3 по системе MUC, входящих в выбранный вами класс уровня 2 по системе MUC. Если ни одно из этих определений не подходит, запишите только код для уровня 2 системы MUC (две цифры). Ваша практическая работа выполнена.
- Выберите класс уровня 3 системы MUC, подходящий для вашего участка.
- Если необходимо, проведите дополнительные измерения растительности на вашем участке для определения количественных свойств, по которым различаются между собой классы уровня 3 системы MUC. Используйте процедуры, изложенные в разделе «Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC».



### Пункт 3. Определите класс четвертого уровня MUC

- Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов четвертого уровня MUC, входящих в выбранный вами класс третьего уровня MUC. Если ни одно из этих определений не подходит, запишите только код для уровня 3 системы MUC (три цифры). Ваша практическая работа выполнена.
- Выберите класс уровня 4 системы MUC, подходящий для вашего участка.
- Если необходимо, проведите дополнительные измерения растительности на вашем участке для определения количественных свойств, по которым различаются между собой классы уровня 4



системе MUC. Используйте процедуры, изложенные в разделе «Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC».

- Запишите определенный вами класс уровня 4 системы MUC.

### Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC

Определение различий между некоторыми классами по системе MUC требует проведения количественных измерений процентного присутствия на вашем участке различных типов растительности. Это может быть проделано с использованием модифицированных вариантов измерений сомкнутости крон и покрытия травостоя, процедуры для которых приведены в практической работе «Биологические измерения». Класс системы MUC может быть определен путем вычисления процентного присутствия различных типов растительности на вашем пробном участке для исследований наземного покрова. Используйте рабочий лист ввода данных *доминантной* и *содоминантной* растительности, чтобы суммировать результаты ваших наблюдений по древесному ярусу и травостою. Кроме представленных в практической работе «Биологические измерения» данных об общей сомкнутости крон и процентном содержании зеленого или бурого травостоя, вы можете вычислить процент вечнозеленых и листопадных пород деревьев в древесном ярусе, а также злаков и разнотравья в травостою.

### Определение процента вечнозеленых и листопадных пород деревьев в древесном ярусе

#### Этап 1. Произведите модифицированное измерение сомкнутости крон

- Повторите измерение сомкнутости крон в соответствии с практической работой «Биологические измерения», однако в каждой точке измерений записывайте «В» (вечнозеленое), если на уровне перекрестия находятся ветки вечнозеленого дерева, или «Л» (листопадное), если на уровне перекрестия находятся ветки листопадного дерева.

**Уровень 1.** В системе классификации МСС вы просматриваете возможные варианты для уровня 1. Поскольку кроны деревьев сомкнуты и на вашем участке в целом деревья занимают более 40 %, ваш участок относится к классу 0 («Сомкнутый лес») уровня 1 классификации.

**Уровень 2.** Теперь у вас имеется три возможных варианта для уровня 2 (классы 01-03). Поскольку более 50 % деревьев на вашем участке являются вечнозелеными, вы выбираете класс 01, «Преимущественно вечнозеленый лес».

**Уровень 3.** У вас имеется девять возможных вариантов для уровня 3 классификации (классы 011-019), но из них пять относятся явно к тропическим и субтропическим областям. Шестой вариант относится к категории климата с дождливым зимним периодом, что, очевидно, также не подходит для вашего случая. Таким образом, для выбора фактически остается только три варианта (015, 016 и 019). После просмотра их определений в Глоссарии, вы выбираете класс 016, «Умеренный вечнозеленый лес с присутствием широколиственных листопадных пород».

**Уровень 4.** У вас имеется четыре возможных варианта для уровня 4 классификации (классы 0161-0164). Поскольку вы живете в равнинной местности, для вашего случая подходит класс 0161, «Равнинные леса».

### **Как классифицировать наземный покров по системе МСС**

В процессе классификации наземного покрова по системе МСС всегда начинайте с наиболее общих классов (уровень 1) и последовательно переходите к более подробным (высшие уровни) классам. В системе МСС имеется 10 классов для уровня 1 классификации. Восемь из десяти этих классов принадлежат к естественному покрову и два - к окультуренному. Ни один из остальных уровней системы МСС не имеет более шести классов наземного покрова, поэтому наиболее сложным для выбора является установление одного из 10 классов уровня 1. Однако, поскольку эти классы определены в очень общих терминах, различия между ними достаточно велики и выбор одного из классов уровня 1 обычно вполне очевиден. Постоянно сверяйтесь с определениями для каждого класса наземного покрова для того, чтобы правильно сделать выбор на всех уровнях.

### **Как классифицировать наземный покров до класса уровня 1 системы МСС**

#### **Этап 1. Исключите максимально возможное количество классов уровня 1 по системе МСС**

- Сравните ваш пробный участок для исследований наземного покрова с определениями 10 классов уровня 1 системы МСС.
- Обычно только немногие из классов уровня 1 системы МСС могут подойти под ваш тип покрова; исключите все остальные классы из рассмотрения.

#### **Этап 2. Проведите измерения, необходимые для определения класса уровня 1 по системе МСС**

- Измерьте высоту и окружность деревьев, сомкнутость крон и наземного растительного покрова, и определите доминантные и содоминантные виды растений для того, чтобы определить необходимый класс первого уровня МСС. Следуйте соответствующим процедурам в практической работе «Биологические измерения». Во многих случаях измерения могут не понадобиться.
- Используя количественные измерения, разрешите существующие проблемы и дайте участку классификацию для уровня 1 по системе МСС.

#### **Этап 3. Проверьте вашу классификацию.**

Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов уровней 2, 3 и 4 системы МСС, входящих в выбранный вами класс уровня 1 системы МСС. Если ни одно из этих определений более высших классов не подходит для вашего участка, пересмотрите ваш выбор класса уровня 1 по системе МСС, сделанный выше (Этап 2).

### **Как классифицировать наземный покров до классов уровней 2, 3 и 4 по системе МСС**

#### **Этап 1. Определите класс уровня 2 по системе МСС**

- Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов уровня 2 по системе МСС, входящих в выбранный вами класс уровня 1 по системе МСС.
- Выберите класс уровня 2 МСС, подходящий для вашего участка.



- Если необходимо, проведите измерения растительности на вашем участке для определения количественных свойств, по которым различаются между собой классы уровня 2 системы MUC. Используйте процедуры, изложенные в разделе «Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC».



### Этап 2. Определите класс уровня 3 по системе MUC

- Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов уровня 3 по системе MUC, входящих в выбранный вами класс уровня 2 по системе MUC. Если ни одно из этих определений не подходит, запишите только код для уровня 2 системы MUC (две цифры). Ваша практическая работа выполнена.
- Выберите класс уровня 3 системы MUC, подходящий для вашего участка.
- Если необходимо, проведите дополнительные измерения растительности на вашем участке для определения количественных свойств, по которым различаются между собой классы уровня 3 системы MUC. Используйте процедуры, изложенные в разделе «Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC».



### Пункт 3. Определите класс четвертого уровня MUC

- Прочитайте определения для возможных в вашей местности классов четвертого уровня MUC, входящих в выбранный вами класс третьего уровня MUC. Если ни одно из этих определений не подходит, запишите только код для уровня 3 системы MUC (три цифры). Ваша практическая работа выполнена.
- Выберите класс уровня 4 системы MUC, подходящий для вашего участка.
- Если необходимо, проведите дополнительные измерения растительности на вашем участке для определения количественных свойств, по которым различаются между собой классы уровня 4



системе MUC. Используйте процедуры, изложенные в разделе «Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC».

- Запишите определенный вами класс уровня 4 системы MUC.

### Использование полевых наблюдений для определения класса по системе MUC

Определение различий между некоторыми классами по системе MUC требует проведения количественных измерений процентного присутствия на вашем участке различных типов растительности. Это может быть проделано с использованием модифицированных вариантов измерений сомкнутости крон и покрытия травостоя, процедуры для которых приведены в практической работе «Биологические измерения». Класс системы MUC может быть определен путем вычисления процентного присутствия различных типов растительности на вашем пробном участке для исследований наземного покрова. Используйте рабочий лист ввода данных *доминантной* и *содоминантной* растительности, чтобы суммировать результаты ваших наблюдений по древесному ярусу и травостояю. Кроме представленных в практической работе «Биологические измерения» данных об общей сомкнутости крон и процентном содержании зеленого или бурого травостоя, вы можете вычислить процент вечнозеленых и листопадных пород деревьев в древесном ярусе, а также злаков и разнотравья в травостояе.

### Определение процента вечнозеленых и листопадных пород деревьев в древесном ярусе

#### Этап 1. Произведите модифицированное измерение сомкнутости крон

- Повторите измерение сомкнутости крон в соответствии с практической работой «Биологические измерения», однако в каждой точке измерений записывайте «В» (вечнозеленое), если на уровне перекрестия находятся ветки вечнозеленого дерева, или «Л» (листопадное), если на уровне перекрестия находятся ветки листопадного дерева.

**Этап 2. Вычислите процент вечнозеленых и листопадных пород деревьев в древесном ярусе**

- Разделите количество наблюдений «В» (или «Л») на общую сумму наблюдений «В» и «Л», и умножьте на 100. Если процентное присутствие вечнозеленых деревьев составляет более 50 %, в древесном ярусе вашего участка преобладают вечнозеленые породы деревьев.

### **Определение процентного состава травянистой растительности**

**Этап 1. Произведите модифицированное измерение покрытия травостоя**

- Повторите измерение покрытия травостоя в соответствии с практической работой «Биологические измерения», однако вместо того, чтобы отмечать зеленый или бурый цвет травостоя, укажите для травянистой растительности, находящейся под ногами или касающейся ваших ног, либо «ЗЛ» (злаковая), либо «РА» (разнотравная).

**Этап 2. Вычислите процентный состав злаков или разнотравья в травянистой растительности**

- Разделите количество наблюдений «ЗЛ» (или «РА») на общую сумму наблюдений «ЗЛ» и «РА» и умножьте на 100 для получения процентного значения. Если процент злаков составляет более 50 %, в травянистом ярусе вашего участка преобладают злаки. Если же процент разнотравья составляет более 50 %, в травянистом ярусе вашего участка преобладает разнотравье.

### **Определение общего покрытия кустарникового яруса**

Если ваш участок расположен в местности, где доминантным типом наземного покрова являются кустарники или карликовые кустарники (не считая декоративных или садовых кустарниковых пород), то для определения покрытия следует слегка изменить одну из описанных выше процедур. Уравнения для вычисления процентного состава древесного яруса могут быть использованы для определения как общего покрытия кустарникового яруса, так и процентного присутствия в нем вечнозеленых и листопадных видов кустарников.

**Этап 1. Определение покрытия кустарникового яруса**

- Если кроны кустарников находятся над вами, проведите измерение сомкнутости крон согласно практической работе «Биологические измерения». Если на уровне перекрестия находятся ветки кустарника, запишите «КУ» (кустарник); если ветки вечнозеленого дерева, запишите «В» (вечнозеленое), а если ветки листопадного дерева - «Л». Если же кустарники слишком низкорослые для проведения измерений сомкнутости крон (т.е. под ними нельзя пройти), учитывайте их так же, как категории травянистой растительности. Проведите измерение покрытия растительности согласно практической работе «Биологические измерения», отмечая «ЗЛ» для злаков, «РА» для разнотравья, и «КУ» для кустарников, касающихся ног наблюдателя.

$$\% \text{ вечнозеленых} = \frac{\text{количество В (вечнозеленых)}}{\text{количество В + Л (сумма всех наблюдений крон)}} \times 100$$

$$\% \text{ злаков} = \frac{\text{количество ЗЛ (злаков)}}{\text{количество ЗЛ + РА (сумма всех наблюдений травостоя)}} \times 100$$





## Этап 2. Вычислите процентное присутствие кустарникового яруса

- Если кроны кустарников находятся над вами, разделите количество наблюдений «КУ» на общую сумму наблюдений «КУ», «В» и «Л». Если же кустарники не находятся над вами, разделите количество наблюдений «КУ» на общую сумму наблюдений «КУ», «ЗЛ» и «РА». Умножьте на 100 для получения процентного значения.



### Справочная литература

J.R. Anderson, E.E. Hardy, J.T. Roach, and R.E. Witmer. [ Дж. Р. Андерсон, И. И. Харди, Дж. Т. Роач и Р. И. Уитмер]. (1976) *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*. [Система классификации землепользования и наземного покрова для данных дистанционных наблюдений]. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap.



L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet, and E.T. LaRoe [Л. М. Кауардин, В. Картер, Ф. К. Голет и И. Т. ЛаРо]. (1979) *Classification of wetlands and deepwater habitats of the United States*. [Классификация мокрых земель и водных угодий США]. U.S. Fish and Wildl. Serv. FWS/OBS-79/31.

*International classification and mapping of vegetation*. [Международная классификация и картирование растительности]. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: UNESCO, 1973.

J.E. Dobson et al. [Дж. И. Добсон и др.] (1995) *NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation*. [Программа НАОА по анализу изменений берегов (C-CAP) : региональное руководство]. NOAA Technical Report NMFS 123.



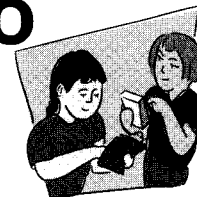
$$\% \text{ кустарников} = \frac{\text{количество КУ (наблюдений кустарников)}}{\text{количество КУ + В + Л (сумма всех наблюдений кроны)}} \times 100$$

ИЛИ:

$$\% \text{ кустарников} = \frac{\text{количество КУ (наблюдений кустарников)}}{\text{количество КУ + ЗЛ + РА (сумма всех наблюдений травостоя)}} \times 100$$



# Картирование наземного покрова вручную



Приветствие

Введение

Практика

Занятия

Приложение

Картирование наземного покрова вручную

## Предназначение практической работы

Составить карту наземного покрова вашего участка размером 15 x 15 км для исследований по программе GLOBE.

## Обзор

Учащиеся визуально интерпретируют дистанционные изображения в истинных цветах и инфракрасные изображения в ложных цветах, полученные прибором тематического картирования (ТК) для их участка исследований по программе GLOBE, и вручную составляют карту наземного покрова участка. Информация, представленная на таких картах, включая классификацию до уровня 4 по системе классификации MUC, поможет исследователям проверять точность карт, составленных по данным спутниковых наблюдений для различных регионов мира.

## Продолжительность работы

Несколько классных занятий.

## Уровень подготовки

Любой.

## Частота выполнения

Один раз; однако, по мере получения информации о вашем участке для исследований по программе GLOBE, карта будет пополняться.

## Важнейшие концепции

Классы наземного покрова.

Схема классификации по системе MUC.

## Навыки

Интерпретация наземного покрова вручную.

## Приборы и материалы

Цветная копия изображения (512 x 512 пикселей) вашего участка для исследований по программе GLOBE в ложных цветах (предоставляется по программе GLOBE).

Цветная копия изображения (512 x 512 пикселей) вашего участка для исследований по программе GLOBE в истинных цветах (предоставляется по программе GLOBE).

Топографические карты вашей местности.

Классификация наземного покрова по системе MUC (табл. LAND-P-5) с соответствующими определениями (см. Приложение).

Копировальная машина для цветных копий (при наличии)

Прозрачные листы пластика или чистые транспаранты.

Липкая лента.

Фломастеры.

Пособие «Классификация вручную» из раздела «Комплект приборов и материалов».

## Подготовка

Изучите схему классификации наземного покрова по системе MUC, обсудите местные типы наземного покрова и проведите их предварительную оценку, изучите топографические карты, обсудите классификацию.

## Предварительные условия

Выполнение учебных занятий «Одиссея для глаз» и «Осторожно, горячо!».

С помощью этого метода учащиеся выполняют интерпретацию изображения, визуальную интерпретируя все, что видят на копии изображения ТК для их местности. Этот метод может быть не столь точен, как другие, поскольку интерпретация будет субъективной. Учащиеся определяют и очерчивают площади, занятые различными классами наземного покрова. Обычно проще всего определить водоемы, хотя тени облаков иногда напоминают озера или пруды. Другие типы покрова различить труднее. Например, лиственные леса и активно вегетирующие поля могут сходно выглядеть на спектральном изображении. На изображении ТК в ложных цветах легче

различить водоемы и типы растительности, в то время как другие типы наземного покрова могут лучше различаться на изображении в истинных цветах. Для тех участков изображения, где вы не сможете определить тип наземного покрова, вам надо будет провести наземную проверку с выполнением практических работ для качественных или количественных исследований наземного покрова на пробных участках. Дайте всем классам наземного покрова наименования согласно системе MUC. Дальнейшие указания могут быть найдены в учебном пособии по классификации вручную в «Комплексе приборов и материалов».



**Примечание:** дистанционное изображение, которое вы используете, могло быть сделано несколько лет назад. С этого времени наземный покров мог измениться. То, что вы определяете на изображении ТК, может отличаться от того, что вы увидите при наземной оценке на участках. В этом случае, следует постараться определить, каким был наземный покров на участке в то время, когда было сделано изображение.

### Этап 1. Составление карты наземного покрова участка



- Предоставьте учащимся изображение вашего участка для исследований по программе GLOBE в ложных цветах (инфракрасный спектр), сделанное со спутника Landsat. Обычно на инфракрасной карте различные классы наземного покрова обозначены различными цветами. Красным цветом обозначена активно вегетирующая, зеленая растительность (ярко-красным - лиственные леса и поля, темно-красным - вечнозеленые породы).



Черным цветом обозначены водные пространства.

Голубым цветом окрашены населенная местность и обнаженная почва.



- Поскольку изображение вашего участка, полученное по программе GLOBE, обычно будет иметь размер 25 x 25 см, постарайтесь увеличить различные его части в несколько раз на копировальной машине для изготовления цветных копий. Учащиеся, разбившись на четыре или большее число небольших групп, будут работать с различными увеличенными частями исходного изображения.



- Возьмите прозрачный лист пластика достаточной величины, чтобы покрыть ваше изображение. Наложите пластик на изображение и закрепите его с помощью липкой ленты. Отметьте на пластике положение четырех углов изображения так, чтобы их можно было совместить, если пластик будет убран.



- Фломастерами аккуратно обведите площади со сходным типом наземного покрова. Используйте фломастеры разного цвета для

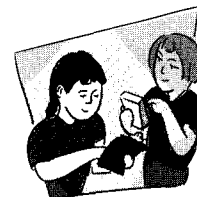
разных типов. Дайте каждому типу наземного покрова код согласно соответствующему коду по схеме классификации по системе MUC (см. табл. LAND-P-5, «Уровни 1-4 системы MUC»). Если группа не может определить тип покрова на определенной площади, предложите группе или всему классу обсудить проблему и попытаться определить тип покрова. Попросите также учащегося, который живет вблизи участка, который не был определен, провести оценку класса наземного покрова по схеме MUC по дороге в школу или из школы (учащиеся могут позднее посетить этот участок и проделать на нем в полном объеме *практические работы по качественной или количественной оценке наземного покрова*). При очерчивании контуров и определении для них классов наземного покрова следует проявлять осторожность. Начните с определения наиболее очевидных признаков - водоемов и населенной местности - и затем переходите к более сложно определяемым типам, например, к различным типам естественного растительного покрова.

- После того, как каждая группа составила карту своей части изображения, соедините эти части и сравните результаты с целью определения спорных участков. Так, например, одна группа могла определить участок как «класс 1192» (хвойное вечнозеленое редколесье), тогда как другая группа определила *смежный* участок как «класс 1222» (смешанное широколиственное и вечнозеленое редколесье).

### Этап 2. Представление отчета по результатам

- После определения всех участков на вашем изображении, составьте одну итоговую карту со всеми определениями классов по системе MUC, и пошлите ее по адресу, приведенному в «Руководстве к исполнению».

# Картирование наземного покрова с использованием заданных параметров



## **Предназначение практической работы**

Составление карты наземного покрова вашего участка размером 15 x 15 км. для исследований по программе GLOBE.

## **Обзор**

Учащиеся картируют наземный покров с помощью компьютера, который распознает сходные *спектральные рисунки* в цифровой версии набора данных TM (512 x 512 пикселей) вашего участка для исследований по программе GLOBE (предоставляется по программе GLOBE). Такие карты, с классификацией до уровня 4 по системе MUC, помогут исследователям проверять точность карт, составленных по данным спутниковых наблюдений, для различных регионов земного шара.

## **Продолжительность работы**

Несколько классных занятий

## **Уровень подготовки учащихся**

Средний и высокий.

## **Частота проведения**

Один раз; однако, по мере получения информации о вашем участке для исследований по программе GLOBE, карта будет пополняться.

## **Важнейшие концепции**

Классы наземного покрова.

Схема классификации по системе MUC.

Кластеризация с использованием спектральных рисунков.

## **Навыки**

Использование компьютера и программы MultiSpec.

Составление карты наземного покрова.

## **Приборы и материалы**

Компьютер

Компьютерная программа MultiSpec (предоставляется по программе GLOBE или заимствуется в сети Web).

Данные изображения TM (512 x 512 пикселей) вашего участка размером 15 x 15 км для исследований по программе GLOBE (предоставляется по программе GLOBE).

Классификация наземного покрова по системе MUC с соответствующими определениями.

## **Подготовка**

Изучите схему классификации наземного покрова по системе MUC, обсудите местные типы наземного покрова, изучите топографические карты и обсудите классификацию.

Изучите разделы «Программа MultiSpec: основные методы обработки изображений» и «Классификация с использованием заданных параметров» в «Комплексе приборов и материалов».

## **Предварительные условия**

Проведение учебных занятий «Одиссея для глаз» и «Осторожно, горячо!».

В этой практической работе школы, участвующие в программе GLOBE, используют компьютерную программу MultiSpec для картирования типов наземного покрова. Учащиеся примерно определяют участки со сходным типом наземного покрова, используя компьютер для того, чтобы выявить сходные *спектральные рисунки* в пределах цифрового набора данных их участка (512 x 512 пикселей), полученных с помощью спутника «Ландсат». Это

участки группируются в *кластеры*. Компьютерная программа определяет и кластеризует пиксели со сходными спектральными характеристиками. Компьютерная программа обозначает каждый кластер произвольным цветом. Затем учащиеся классифицируют наземный покров каждого кластера с использованием четырех уровней классификации согласно системе MUC.



### Этап 1. Составление карты для вашего участка

- Откройте на вашем компьютере программу MultiSpec.
- Откройте файл, содержащий изображение ТК вашего участка для исследований по программе GLOBE.
- Создайте новый проект и выберите команду «**Cluster (Кластер)**» в меню «**Processor (Процессор)**».
- Выберите подходящее число кластеров в соответствии с числом групп, которые вы собираетесь классифицировать (рекомендуемое число - 10). Введите в систему остальную необходимую информацию согласно указаниям в учебном пособии к программе MultiSpec, раздел «Классификация с использованием заданных параметров».
- После того, как произведена кластеризация изображения, рассмотрите, какие участки вошли в каждый кластер. Если известен наземный покров данного участка, придайте этому кластеру класс наземного покрова согласно системе MUC. Если же наземный покров данного участка неизвестен, используйте данные по пробному участку для исследований наземного покрова в пределах этого участка для того, чтобы определить класс наземного покрова кластера согласно системе MUC. Если в пределах кластера не был заложен ни один пробный участок для исследований наземного покрова, выполните на нем *практическую работу для качественных или количественных исследований наземного покрова на пробном участке*. Если в пределах кластера имеются многочисленные пробные участки, используйте данные только по одному из этих участков для определения класса наземного покрова, а данные по прочим участкам используйте при выполнении практической работы «*Оценка точности*».

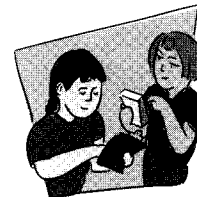


- Перемените название каждого кластера в соответствии с его классом четвертого уровня по системе MUC.

### Этап 2. Сохранение изображения и представление отчета

- Сохраните** классифицированное кластеризованное изображение. Используйте меню «**Project (Проект)**» для того, чтобы скопировать его на дискету в формате TIFF. Если у вас есть доступ к цветному принтеру, печатайте копии карт (карты) наземного покрова, составленных вашими учащимися.
- Представьте все данные в архив данных учащихся-участников программы GLOBE: загрузите в базу данных копию файла в формате TIFF, содержащего вашу классифицированную кластеризованную карту. Используйте адрес, приведенный в «*Руководстве к исполнению*».

# Оценка точности



Приветствие

Введение

Практика

Оценка точности

Занятия

Приложение

## **Предназначение практической работы**

Проведение количественной оценки точности карт наземного покрова.

Определение типов ошибок, встречающихся на картах наземного покрова.

## **Обзор**

Учащиеся производят оценку точности карты наземного покрова, составленной ими ранее либо путем интерпретации вручную, либо путем классификации с использованием заданных параметров изображения прибора тематического картирования для их участка для исследований по программе GLOBE. Карта наземного покрова сравнивается с данными для подтверждения точности карты, собранными на различных пробных участках для исследований наземного покрова, и составляется матрица различий и ошибок.

## **Продолжительность работы**

Примерно два классных занятия, в зависимости от количества собранных данных для подтверждения точности карты.

## **Уровень подготовки учащихся**

Любой.

## **Частота измерений**

Один раз для каждой карты наземного покрова. Оценка точности может быть повторена после того, как будет собрано большее количество данных для подтверждения точности; статистическая достоверность оценки точности увеличивается с увеличением количества проб.

Оценка точности может быть проведена только для небольшой части карты.

## **Предпосылки**

При выполнении этой практической работы учащиеся оценивают точность карты наземного покрова, составленной по данным дистанционного наблюдения (см. рис. LAND-P-18). Не имеет значения, составлена ли эта карта путем интерпретации изображения вручную или создана путем классификации с использованием заданных параметров с помощью компьютерной программы MultiSpec. В обоих случаях важно провести сравнение карты наземного покрова с данными наземных наблюдений на пробных

## **Важнейшие концепции**

Оценка точности позволяет оценивать способность картировать наземный покров.

Матрица различий и ошибок.

## **Навыки**

Составление и анализ матрицы различий и ошибок с целью оценки точности.

Совместное решение проблем, необходимых для разрешения вопросов, связанных с точностью.

## **Приборы и материалы**

Копия изображения ТК вашего участка размером 15 x 15 км для исследований по программе GLOBE в истинных цветах.

Копия изображения ТК вашего участка размером 15 x 15 км для исследований по программе GLOBE в ложных цветах (инфракрасный спектр).

Рабочий лист ввода данных классификации по системе MUC.

Рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок.

## **Подготовка**

Сделайте копии необходимых рабочих листов, чтобы учащиеся могли быстро сравнивать пробные участки для исследований наземного покрова с соответствующей частью карты наземного покрова, и составлять матрицу различий и ошибок.

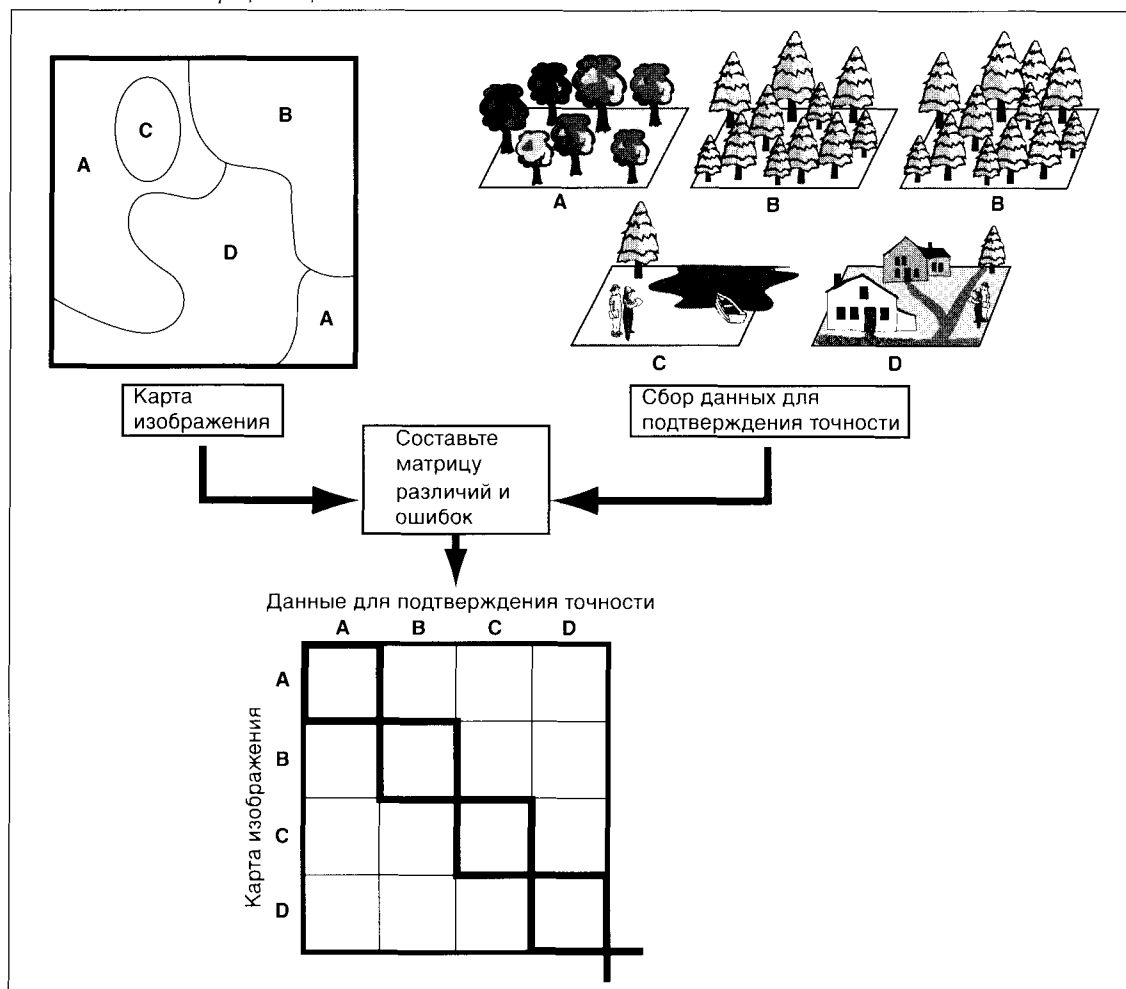
## **Предварительные условия**

Выполнение любой из практических работ по картированию наземного покрова.

Проведение учебного занятия «Ознакомление с матрицей различий и ошибок».

участках для исследований наземного покрова. Будет составлена матрица различий и ошибок, являющаяся основой для анализа ошибок, которые встречаются на картах наземного покрова. В случае, если карта наземного покрова создана по данным дистанционного наблюдения путем классификации с использованием заданных параметров, некоторые из ошибок могут быть результатом фундаментальных ограничений данных спутниковых изображений в качестве метода для разграничения классов наземного покрова.

Рис. LAND-P-18. Процесс оценки точности



Для составления матрицы различий и ошибок необходима следующая информация:

- карта наземного покрова, составленная по данным дистанционного наблюдения;
- пробные участки для исследований наземного покрова для подтверждения точности карты.

Чтобы составить матрицу различий и ошибок, необходимо иметь данные для подтверждения точности карты (собранные на пробных участках) для каждого типа наземного покрова в пределах участка для исследований по программе GLOBE, для которого вы хотите провести оценку. В идеале, конечно, хотелось бы иметь пробы по всем типам наземного покрова. Это может оказаться невозможным, и поэтому желательно составлять матрицу только для трех - пяти наиболее обычных типов. Чем больше проб собрано для каждого типа наземного покрова, тем более статистически достоверной будет матрица. Со временем

каждая школа должна собрать достаточное количество данных, чтобы составить матрицу различий и ошибок по крайней мере для нескольких типов наземного покрова.

После того, как будут собраны данные для подтверждения точности карты (в соответствии с изложенными выше практическими работами для качественных и количественных исследований наземного покрова на пробных участках), будет возможно составить матрицу различий и ошибок. Такая матрица должна иметь столбец и строку, отведенные для каждого из классов системы MUC, имеющих на рабочем листе ввода данных классификации по системе MUC (т.е., для каждого из классов системы MUC, которые представлены в наземном покрове пробного участка или обозначающего контуры на той части карты наземного покрова, для которой проводится оценка точности) (см. табл. LAND-P-5). В нашем примере имеется четыре класса по системе MUC, с кодами 0222, 0221, 1121 и 811. В соответствующей матрице различий и ошибок (табл. LAND-P-6) имеются

столбец и строка для каждого из этих четырех классов. Для пробы № 1 в образце рабочего листа данных для классификации по системе MUC (табл. LAND-P-5), найдите полученную учащимися классификацию по системе MUC для этой части карты наземного покрова (табл. LAND-P-5, клетка А - «Преимущественно листопадный лес холодного климата, с примесью вечнозеленых хвойных пород», код уровня 4 по системе MUC 0222). В табл. LAND-P-6 («Матрица различий и ошибок») найдите соответствующий класс в левом столбце (первая строка для кода MUC 0222). Вы определяете, что для пробы № 1 в образце рабочего листа ввода данных классификации по системе MUC (табл. LAND-P-5), данные для подтверждения точности карты, собранные на пробных участках (табл. LAND-P-5, клетка В) соответствуют категории «Преимущественно листопадный лес холодного климата, с примесью вечнозеленых широколиственных пород», код четвертого уровня по MUC 0221. В табл. LAND-P-6 («Матрица различий и ошибок»), двигайтесь от клетки, содержащей определенную учащимися классификацию MUC 0222, слева направо вдоль строки, пока не найдете столбец, наименование которого совпадет с данными для подтверж-

дения точности карты, определенными как MUC 0221. Найдите клетку на пересечении между строкой «MUC 0222» и столбцом «MUC 0221» (клетка В1), отметьте ее и перейдите к следующей пробе. Таким образом, строки представляют контуры на карте, а столбцы - данные для подтверждения точности карты. Общая точность вычисляется согласно процедуре, которая показана в табл. LAND-P-6. Естественно, что сбор данных для подтверждения точности карты (закладка пробных участков для исследований наземного покрова) занимает значительное время. Для составления статистически достоверной матрицы могут понадобиться совместные усилия многих классов. Именно на этом этапе представляется прекрасная возможность кооперирования с другими учащимися и школами, участвующими в программе GLOBE, для проведения совместных практических работ. Закладка пробных участков для качественных исследований значительно ускорит эту процедуру, однако с научной точки зрения предпочтительнее закладывать пробные участки для количественных исследований.

Табл. LAND-P-5. Образец рабочего листа ввода данных для классификации по системе MUC

Проба №	Название участка	Классификация, данная учащимися на карте наземного покрова	Данные для подтверждения точности карты по пробным участкам		X
1	Браунс Вудс	А. Холодный листопадный лес с примесью вечнозеленых хвойных пород (код MUC 0222)	В. Холодный листопадный лес с примесью вечнозеленых широколиственных пород (код MUC 0221)		X
2	Смит Стейт Парк	С. Вечнозеленое хвойное редколесье с округлыми кронами (код MUC 1121)	Д. Вечнозеленое хвойное редколесье с округлыми кронами (код MUC 1121)		
3	Эпплби Фарм	Е. Пастбище (код MUC 811)	Ф. Пастбище (код MUC 811)		
4	Гринс Вудс	Г. Холодный листопадный лес с примесью вечнозеленых широколиственных пород (код MUC 0221)	Н. Холодный листопадный лес с примесью вечнозеленых широколиственных пород (код MUC 0221)		



Табл. LAND-P-6. Пример матрицы различий и ошибок

Данные для подтверждения точности карты

	MUC код 0222	MUC код 0221	MUC код 1121	MUC код 811	Итого по строкам
MUC код 0222	A1: 1	B1: 1	C1:	D1:	E1: 1
MUC код 0221	A2:	B2: 1	C2:	D2:	E2: 1
MUC код 1121	A3:	B3:	C3: 1	D3:	E3: 1
MUC код 811	A4:	B4:	C4:	D4: 1	E4: 1
Итого по столбцам	A5: 0	B5: 2	C5: 1	D5: 1	E5: 4

Классификация на карте

$$E5 = A5 + B5 + C5 + D5 = E1 + E2 + E3 + E4$$

(сумма по столбцам) = (сумма по строкам)

$$\text{Общая точность} = \frac{A1 + B2 + C3 + D4}{E5} \times 100 = (3/4) \times 100 = 75\%$$

**Как учитывать данные для подтверждения точности на матрице различий и ошибок и вычислять общую точность**

Для лучшего понимания изложенных ниже процедур см. таблицы LAND-P-5 и LAND-P-6.

**Этап 1. Подготовка**

- Важно помнить, что перед тем, как собирать полевые данные для подтверждения точности карты, вы (учащийся) не должны сверяться с ранее составленной картой для того, чтобы узнать, как называется тип растительности на этом участке. Предварительное знание того, как учащиеся классифицировали контур на карте до сбора данных для подтверждения точности может исказить результаты сбора этих

данных. Следовательно, данные для подтверждения точности должны быть собраны и внесены в рабочий лист ввода данных, приведенный в практических работах для исследований наземного покрова на пробных участках, а затем в классе, после того, как данные будут собраны и зафиксированы, должна быть составлена таблица по образцу таблицы LAND-P-5. Такая таблица может быть позднее использована в качестве исходных данных для составления матрицы различий и ошибок. Если классификация, данная учащимися, и данные для подтверждения точности совпадают, в таблице проставляется птичка, а в противном случае таблице проставляется крестик.

## **Этап 2. Составление незаполненной матрицы различий и ошибок**

- Составьте незаполненную квадратную матрицу. Она должна включать столбец и строку для каждого из классов системы MUC, которые представлены в данных для подтверждения точности, или обозначают контуры на той части карты наземного покрова, для которой проводится оценка точности. Каждой из строк и столбцов матрицы дается наименование одного из этих классов. Убедитесь в том, что наименования располагаются в одной и той же последовательности сверху вниз и справа налево, начиная с верхнего левого угла. Не забудьте включить также крайний столбец справа и самую нижнюю строку для подведения итогов.

## **Этап 3. Определение классификации, данной учащимися, для пробы № 1**

- Для пробы на вашем рабочем листе ввода данных классификации по системе MUC, найдите классификацию, данную учащимися для того контура карты наземного покрова, на котором находится данный пробный участок.

## **Этап 4. Выявление соответствующей строки в матрице**

- Найдите строку в матрице, которая соответствует наименованию того контура, где находится пробный участок.

## **Пункт 5. Определение класса по MUC данного пробного участка в соответствии с данными для подтверждения точности**

- На вашем рабочем листе ввода данных классификации по системе MUC найдите класс по MUC согласно данным для подтверждения точности для пробного участка.

## **Пункт 6. Выявление и регистрация соответствующей клетки в матрице для этих данных**

- Передвигаясь вдоль вашего ряда слева направо, найдите клетку матрицы, находящуюся в столбце, наименование которого соответствует классу по MUC согласно данным для подтверждения точности для пробного участка. Отметьте эту клетку.

## **Этап 7. Повторите пункты 3-6 для каждой пробы**

- Повторите вышеописанную процедуру для каждой пробы на вашем рабочем листе классификации по системе MUC. По завершении подсчета всех проб, вычислите итог для каждой строки и каждого столбца. Если сумма по строкам отличается от суммы по столбцам, проверьте свои расчеты.

## **Этап 8. Вычислите общую точность**

- Сложите количество отметок во всех клетках на главной диагонали матрицы (т.е. тех клеток, для которых наименования строки и столбца совпадают), кроме клетки для итогов в нижнем правом углу. Разделите сумму на общее число проб, которое показано в клетке в нижнем правом углу. Умножьте результат на 100 для получения процентного значения (см. пример в табл. LAND-P-6).

## **Этап 9. Интерпретация результатов**

- Клетки на главной диагонали матрицы отражают все случаи правильной классификации, когда классификация учащихся данные для подтверждения точности, собранные учащимися на пробных участках, совпадают. Точно так же, клетки, находящиеся за пределами главной диагонали матрицы, отражают все случаи неправильной классификации, или различия.



Отсюда и происходит название «матрица различий и ошибок». Эта информация может быть использована для определения классов системы MUC, которые особенно трудно поддаются классификации, а также классов системы MUC, которые легко перепутать.



На рис. LAND-P-17 представлена матрица различий и ошибок для трех категорий наземного покрова общего типа. Эта матрица представляет собой не что иное, как перекрестную классификацию для сравнения категорий на карте с данными для подтверждения точности. В местах, где имеет место совпадение, делается отметка в клетке на главной диагонали. Различия, или ошибки, отмечены в клетках, находящихся за пределами главной диагонали матрицы. В дополнение к представлению матрицы в виде двумерной таблицы, ее можно также представить в трехмерном виде. В этом случае проще увидеть, что, чем точнее карта, тем больший размер имеют блоки вдоль главной диагонали.



### ***Составление отчета по полученным данным***

Загрузите все матрицы различий и ошибок в базу данных учащихся-участников программы GLOBE.



Рис. LAND-P-19. Матрица различий и ошибок для общих категорий наземного покрова

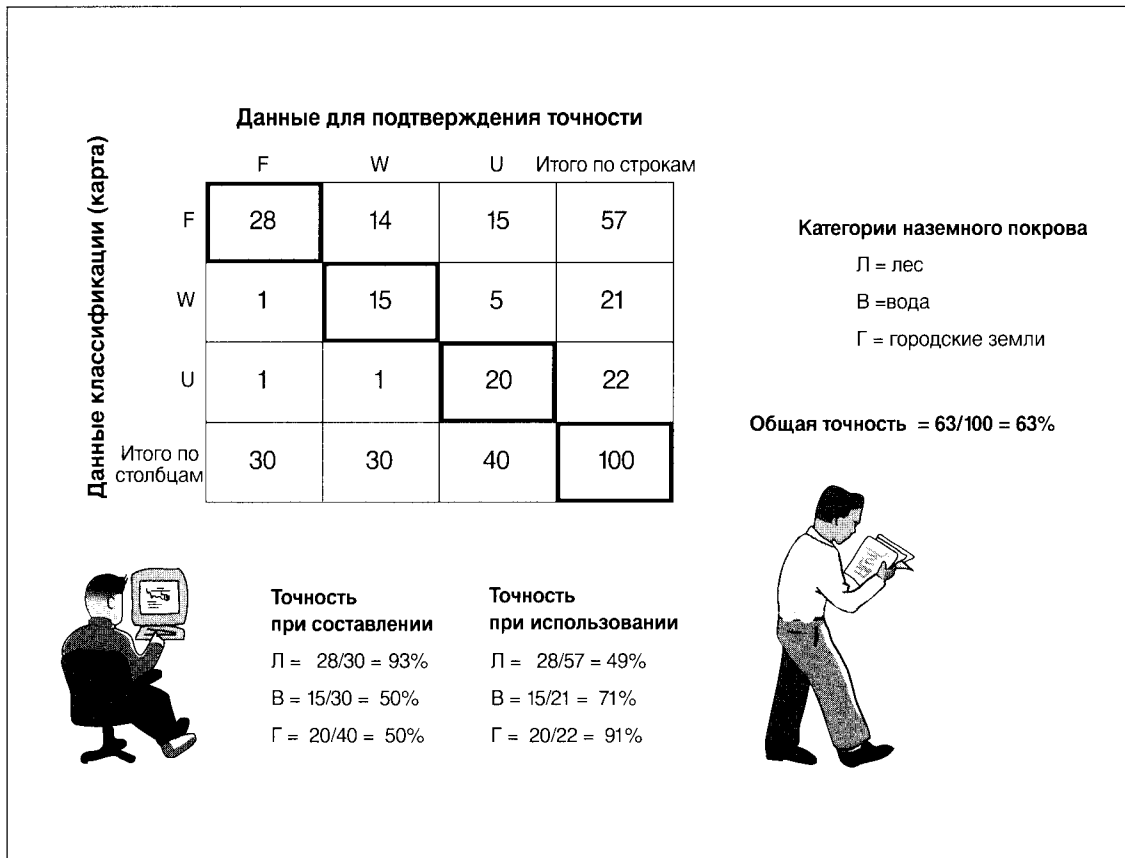
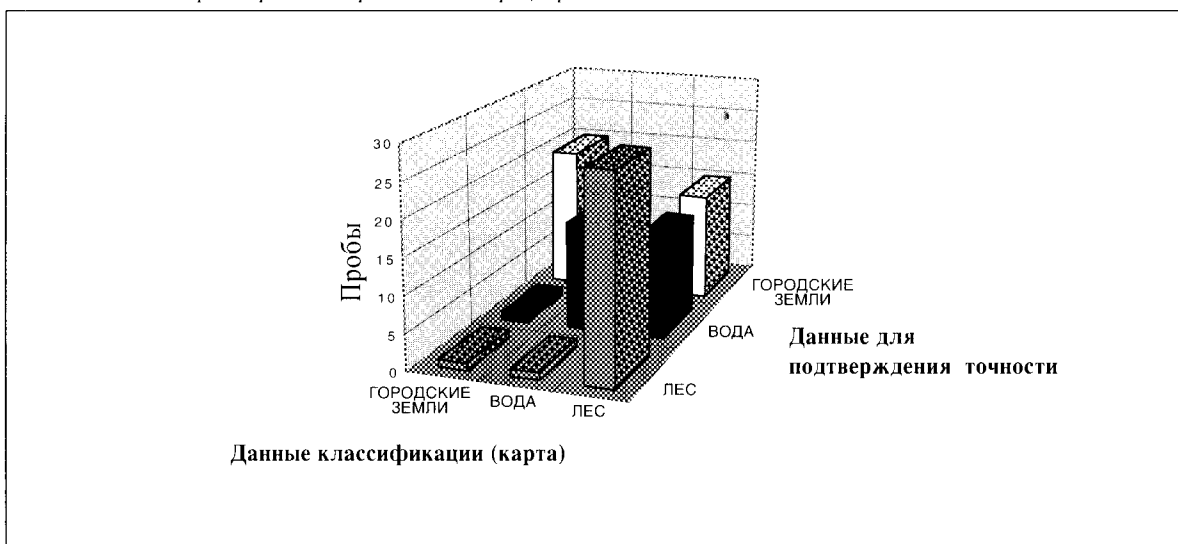


Рис. LAND-P-20. Трехмерное изображение матрицы различий и ошибок





# Учебные занятия



## ***Классификация листьев***

Учащиеся собирают коллекцию листьев, а затем исследуют формирование иерархической системы классификации, сортируя и организуя собранные листья в соответствии с набором наименований и правил, которые формулируются самими учащимися.

## ***Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок***

Учащиеся узнают, как оценить точность классификационной схемы.

## ***В чем разница?***

Учащиеся узнают, как оценить точность классификационной схемы.

## ***Одиссея глаз***

В ходе этого занятия, рассчитанного на начальный, средний или высокий уровень, учащиеся знакомятся с созданием моделей для дистанционных наблюдений.

## ***Осторожно, горячо!***

Учащиеся изучают основы методов дистанционного наблюдения, знакомятся с принципами получения изображений в ложных цветах и с концепцией разрешения изображения. Это занятие приводится для учащихся с начальным, средним и высоким уровнем подготовки.

## ***Место для открытий***

Это занятие, рассчитанное на учащихся со средним уровнем подготовки, поможет им улучшить понимание методов дистанционного наблюдения и картирования.

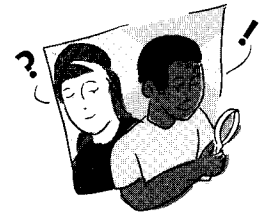
## ***Обзор местности***

В ходе данного занятия, рассчитанного на учащихся с начальным и средним уровнем подготовки, они знакомятся с концепцией динамических систем.

## ***Сезонные изменения на участках для биологических исследований***

Исследование сезонных изменений путем сбора данных о раскрытии почек весной и о листопаде осенью.

# Классификация листьев



## **Предназначение занятия**

Учащиеся обучаются классифицировать (сортировать) объекты на различные группы (классы). Они знакомятся с иерархической системой классификации. Знание этих фундаментальных концепций способствует лучшему пониманию учащимися схемы классификационных единиц МУС, которая используется в практических работах по исследованию наземного покрова и оценке точности измерений по программе GLOBE.

## **Обзор**

Учащиеся собирают различные листья в окрестностях школы. Работая в группе, они разрабатывают собственную систему классификации для сортировки листьев, и убеждаются в возможности существования различных способов классификации одной и той же группы объектов. В ходе этого занятия учащиеся знакомятся со сложной природой «простых» заданий, для которых не существует единственного правильного ответа.

## **Продолжительность занятия**

Одно классное занятие.

## **Уровень подготовки учащихся**

Любой.

## **Важнейшие концепции**

Классификация помогает в организации и понимании природных объектов.

Система классификации представляет собой набор названий и правил, используемых для сортировки объектов.

Иерархическая система имеет много уровней с возрастающей степенью подробности.

## **Навыки**

*Создание* классификационной схемы.

*Использование* этой схемы для организации объектов.

Для учащихся с начальным уровнем подготовки: *сортировка* и *группировка* объектов.

Для учащихся со средним уровнем подготовки: *использование* набора названий и правил для классификации объектов.

Для учащихся с высоким уровнем подготовки: *использование* набора подробных названий и правил для классификации объектов.

## **Приборы и материалы**

Различные листья.

Школьная доска или большой лист бумаги для того, чтобы нарисовать схему классификации.

## **Подготовка**

Соберите набор различных листьев.

## **Предварительные условия**

Отсутствуют.

## **Предпосылки**

Ученые классифицируют различные объекты окружающей среды, например, облака, типы почв или типы леса. Наличие такой классификации помогает организовывать и понимать природные объекты. Система классификации представляет собой организованную схему для группировки объектов в сходные категории. Любая система классификации имеет два элемента: *наименования* и *правила*. Наименования относятся к названию различных классов в системе классификации, а правила позволяют определить, к какому классу следует отнести данный объект. Хорошо разработанные системы названий и правил позволяют ученым давать описания и проводить организацию объектов сходным образом. Так, например, модифицированная система классификации

ЮНЕСКО, которая используется в практических работах по программе GLOBE, позволяет участникам программы сходным образом описывать наземный покров в любой точке планеты с использованием тех же названий и правил, которыми пользуются остальные участники программы GLOBE.

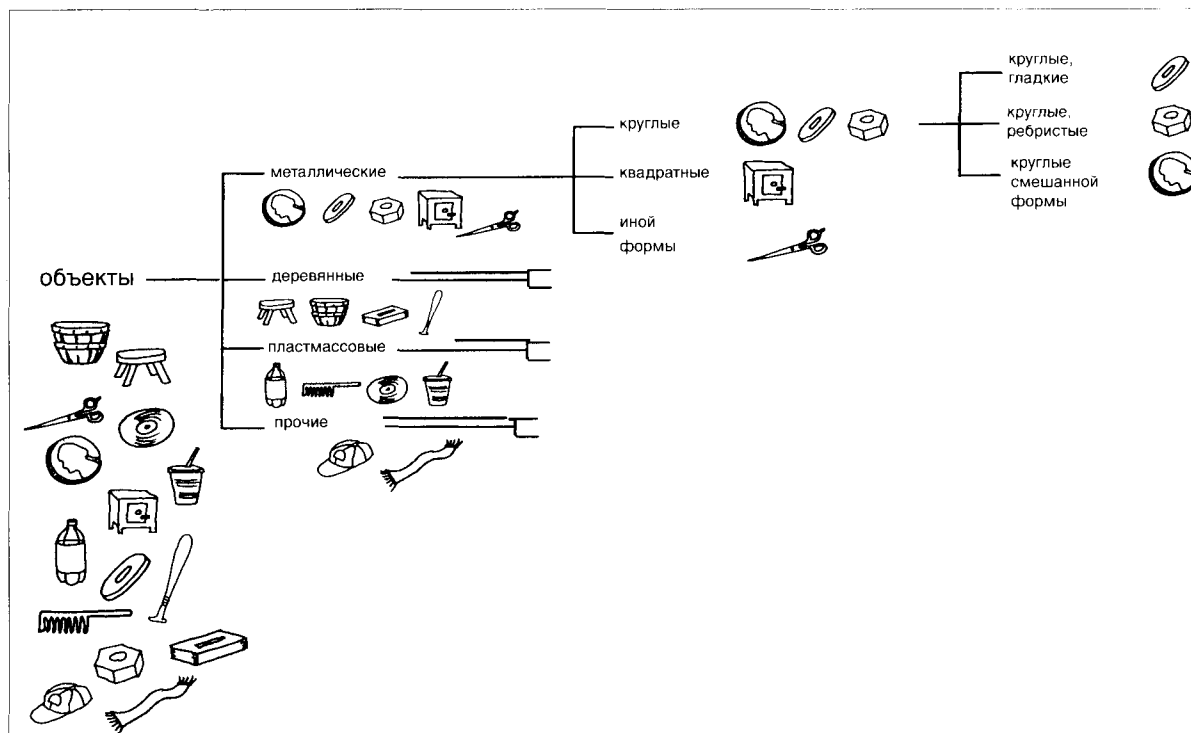
Любая хорошая система классификации имеет несколько ключевых характеристик. Во-первых, классы должны быть *взаимоисключающими* - это значит, что любой объект может быть отнесен только к одному наиболее подходящему классу. Если в системе классификации листьев данный лист может быть помещен в одну из двух категорий, это означает, что классы не являются *взаимоисключающими*. Во-вторых, система классификации должна быть *полностью исчерпывающей*. Это значит, что в ней должны

существовать подходящие классы для всех возможных объектов, что часто достигается путем создания класса «прочее», который может включать различные объекты. В случае, если у вас имеется лист, для которого не существует подходящего класса, система классификации не является полностью исчерпывающей, и она должна быть изменена, что обычно делается путем добавления по меньшей мере еще одного класса.

Наконец, система классификации должна быть *иерархической*. Она должна иметь много уровней с возрастающей степенью подробности. Все имеющиеся различные классы данного уровня должны включаться в один, менее подробно охарактеризованный класс следующего (более высокого) уровня системы классификации. На

рис. LAND-L-1 представлен пример, иллюстрирующий принцип иерархической системы классификации объектов: среди классов уровня 1 различаются металлические, деревянные и пластмассовые объекты, а также объекты, состоящие из других материалов; среди классов уровня 2, в пределах класса металлических объектов, различаются круглые металлические объекты, квадратные металлические объекты, а также металлические объекты, имеющие другую форму; среди классов уровня 3, в пределах класса круглых металлических объектов различаются объекты с гладкой поверхностью, объекты с ребристой поверхностью и объекты с поверхностью смешанного характера, и так далее.

Рис. LAND-L-1. Пример иерархической системы классификации



**Порядок проведения занятия**

1. Соберите коллекцию листьев (а также пучки иголок с хвойных деревьев) для сортировки по группам, стараясь собрать как можно больше листьев и как можно больше разновидностей. Собирайте как зеленые (свежие), так и пожелтевшие (старые) листья. Постарайтесь собрать листья и иголки по крайней мере с нескольких видов хвойных и лиственных деревьев, а также

листья с кустарников и травянистых растений. Если вы живете в местности лугового или степного типа, вы можете использовать листья злаков или других травянистых растений.

2. Посадите группу учащихся в кружок. В центре на полу или на столе разложите все собранные листья.
3. Попросите учащихся рассортировать (классифицировать) все имеющиеся листья по группам со сходными качествами. Запишите





на классной доске предложения учащихся о том, какие характеристики могут быть использованы для сортировки листьев. Обсудите различия между наименованиями и правилами. Обсудите, какие характеристики наиболее важны, или же просто предложите учащимся определить порядок наиболее важных характеристик путем голосования. Они должны понять, что может существовать больше одного правильного способа создания классификации. Системы классификации до известной степени произвольны, поскольку в их основе лежат только те свойства, которые, по нашему мнению, имеют значение. К концу данного этапа упражнения вы должны выбрать несколько основных характеристик, расположенных в иерархическом порядке по степени важности и всеобщей применимости для использования при сортировке листьев.

**Вариант.** Разделите класс на группы и предложите каждой из групп проделать этот этап упражнения самостоятельно. Затем сравните предложенные системы классификации и обсудите результаты.

4. Объясните учащимся, что такая расположенная в иерархическом порядке группа характеристик и есть система классификации. Ученые используют системы классификации для того, чтобы классифицировать практически все, что они встречают в природе: животных, деревья, облака, почвы, а также группы растительных ассоциаций - например, лесные, пустынные, луговые. Примеры классификаций птиц и облаков содержатся в учебных занятиях, проводимых до выполнения практической работы «Оценка точности».
5. Предложите учащимся рассортировать листья в соответствии с выбранными наименованиями и принимать решения согласно правилам. В процессе сортировки листьев



учащиеся могут обнаружить, что их система классификации нуждается в дополнении или уточнении. Это часто случается в научной работе. Если хватит времени, учащиеся могут использовать несколько различных систем классификации для сортировки.

### **Вопросы для обсуждения**

1. Почему важно, чтобы система классификации была полностью исчерпывающей, взаимоисключающей и иерархической?
2. Почему важно существование более чем одной «правильной» системы классификации листьев?
3. Оказывают ли влияние на систему классификации те цели, для которых мы ее используем?
4. Имеет ли более подробная система классификации преимущество по сравнению с менее подробной?

### **Варианты**

Для этого упражнения вы можете использовать различные наборы естественных или искусственных объектов. Многие виды объектов хорошо подходят для классификации. Использование листьев, особенно при работе с учащимися младшего возраста, предоставляет хорошую возможность для классификации, так как учащиеся могут без труда отличить листья лиственных растений от иголок хвойных деревьев.

### **Оценка успехов учащихся**

После того, как учащиеся ознакомились с упражнением, обсудив перечисленные выше вопросы, они должны быть способны проделать следующее.

1. Описать, каким образом они создали свою систему классификации, включая обоснование для наименований, которые они использовали для различных классов при сортировке листьев.
2. Перечислить правила или критерии для принятия решений, которые были использованы учащимися для отнесения конкретных листьев к данному классу.
3. Описать иерархическую структуру системы классификации.
4. Классифицировать все собранные

листья, используя свою систему классификации.

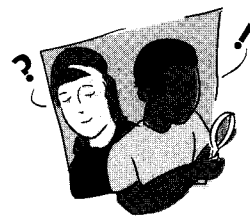
Вероятно, что учащиеся с различным уровнем подготовки (начальный, средний, высокий) будут объяснять выбранный ими подход с возрастающей степенью подробности в выборе критериев и характеристике информации об объектах.

Итоговым критерием понимания учащимися того, как создаются и используются системы классификации, будет их умение пользоваться модифицированной системой классификации ЮНЕСКО (MUC).

Для того, чтобы определить, насколько хорошо учащиеся поняли концепцию создания системы классификации, предложите им проверить свои знания путем ответа на следующие вопросы:

1. Что такое система классификации?
2. Какие наименования вы использовали для определения различных классов листьев?
3. Какие правила (критерии) вы использовали для отнесения конкретных листьев к определенному классу?
4. Какие уровни имеются в вашей системе классификации?
5. Все ли уровни в вашей системе определяются путем отнесения их к какому-либо классу с использованием различных ярусов вашей системы?

# Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок



## **Предназначение занятия**

Количественная оценка аккуратности классификации.

## **Обзор**

На основании формы клюва учащиеся проводят сортировку птиц по трем возможным классам: хищники (питаются животной пищей), растительноядные (питаются растительной пищей) и всеядные (питаются как животной, так и растительной пищей). Затем учащиеся сравнивают свои ответы с готовым набором ответов для подтверждения своей классификации, и составляют матрицу различий и ошибок. Далее, учащиеся обсуждают возможность повышения точности классификации на основании обнаружения сделанных ими конкретных ошибок, выявленных с помощью матрицы различий и ошибок.

## **Продолжительность занятия**

Одно классное занятие.

## **Уровень подготовки учащихся**

Средний и высокий.

## **Предварительные условия**

Общие способности классификации объектов.  
Знание дробей и процентов.

## **Важнейшие концепции**

Классификация помогает организовать и понимать природные объекты.

Чтобы системы классификации были применимыми, мы должны располагать количественной оценкой их точности.

Существуют критерии, чтобы определить уровни точности.

## **Навыки**

*Классификация* птиц.

*Оценка* аккуратности классификации.

*Улучшение* аккуратности классификации на основе ее оценки.

*Анализ* данных для понимания взаимоотношения между системой классификации и ее аккуратностью.

*Определение* критериев выбора решений для системы классификации.

*Сбор и интерпретация* данных для подтверждения аккуратности.

*Составление и анализ* матрицы различий и ошибок с целью оценки аккуратности.

*Коллективное решение* задач по выяснению проблем, связанных с аккуратностью.

## **Приборы и материалы**

Основной набор рисунков, изображающих птиц.

Бланк с готовыми ответами.

Транспарант, показывающий образец бланка для классификации птиц.

Набор рисунков, изображающих птиц.

Образцы схематического изображения птичьих клювов.

Рабочий лист ввода данных классификации.

Рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок.

## **Подготовка**

Сделать копии наборов рисунков, изображающих птиц, без ответов, приведенных на обороте. Кроме того, следует сделать копии рабочих листов для каждой группы.

## Предпосылки

Ученые классифицируют многие объекты окружающего нас мира, например, живые организмы, типы леса или типы почв. Такие классификации являются фундаментальным механизмом, который помогает нам организовать наши знания о природе и лучше понять ее. Для классификации интересующих нас объектов мы можем пользоваться несколькими различными подходами. Два конкретных объекта могут быть отнесены к различным классификационным категориям либо из-за ошибки одного из (или обоих) классификаторов, либо просто из-за того, что они использовали различные критерии классификации. В любом случае мы должны иметь представление о том, до какой степени наша классификация допускает ошибки, поскольку нам предстоит использовать полученную информацию, полагаясь не нее с известной степенью достоверности.

Данные, полученные с помощью методов дистанционного наблюдения, будут в конечном итоге использованы для принятия важных решений по таким глобальным проблемам, как обезлесение, глобальное потепление и деградация окружающей среды. Очень важно, чтобы такие решения не были основаны на неаккуратной информации.

Основным средством оценки аккуратности дистанционных данных является матрица различий и ошибок. Такая матрица предоставляет механизм оценки в баллах общей точности данной классификации или карты, а также дает информацию об источниках имеющихся ошибок. Таким образом, мы можем сконцентрировать наше внимание на тех участках или классах, которые требуют более пристального рассмотрения. Эта информация может быть использована для улучшения качества критериев классификации, а также для совершенствования наших навыков различения тех классов, по которым существуют классификационные проблемы.

## Справочная литература

*Peterson's Field Guide to Birds* [Полевой справочник по птицам Петерсона].

*Audubon Field Guides* [Полевые справочники «Одюбон»].

*The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World*. [Иллюстрированная энциклопедия птиц: определитель птиц мира]. Dr. C. Perrins, главный консультант. New York: Prentice Hall Press, 1990.

Региональные полевые определители-справочники по птицам - приобретаются на местах.

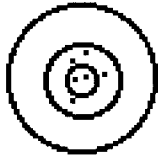
## Благодарность

Рисунки сделаны Линдой Айзексон.

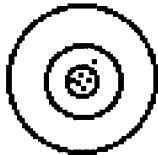


### Важнейшие термины и концепции

**Точность** - степень соответствия стандарту или принятому значению. Сравните с термином «аккуратность».



Попадания в эту мишень отличаются высокой точностью, но низкой аккуратностью.



Попадания в эту мишень отличаются как высокой точностью, так и высокой аккуратностью.

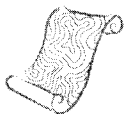


**Классификация** - сортировка (классифицирование) группы объектов по четко определенным и различным группам согласно специфическим критериям. Например, разграничение на карте участков, занимаемых хвойными лесами, лиственными лесами, смешанными (хвойными и лиственными) лесами и безлесных участков.

**Критерии** - правила принятия решений. Так, например, если в пологе данного лесного массива более 50 % листьев составляют хвойные иглы, массив будет классифицирован как хвойный лес. Приведенное выше определение («хвойные иглы составляют более 50 % листьев») является *критерием*, в то время как *категория* или *класс* - это «хвойный лес».

**Набор данных** - группа значений, являющихся ответами на один и тот же вопрос. Эти значения представляют собой группу, которая будет анализироваться совместно. Так, например, набор измерений роста всех учащихся в данном классе представляет собой один набор данных.

**Матрица различий и ошибок** (см. матрицу различий и ошибок в рабочем листе, приведенном в конце данного упражнения) - таблица чисел, организованная в строки и столбцы, которая сравнивает имеющуюся классификацию с данными для подтверждения аккуратности. Столбцы отражают эталонные данные, тогда как строки отражают классификацию, предложенную учащимися. Матрица различий и ошибок является эффективным способом отражения аккуратности. Сравнение правильной и неправильной классификаций может быть проведено для каждой категории, в результате чего может быть повышена точность первоначально предложенной классификации.



**Аккуратность** - степень близости нескольких измерений друг к другу; повторяемость измерений. Аккуратность является очень важным фактором в любом научном исследовании, однако это понятие отличается от точности.



Попадания в эту мишень отличаются высокой аккуратностью, но низкой точностью.

**Данные для подтверждения точности** - данные, полученные с предполагаемой высокой степенью точности. Классификация объектов (в нашем случае птиц) сравнивается с такими данными для того, чтобы: (1) усовершенствовать критерии принятия решений при классификации; (2) лучше понять источники ошибок при классификации; и (3) оценить аккуратность данных, используемых для классификации.

Данные для подтверждения аккуратности часто собираются для совершенствования классификации изображений, полученных с помощью какого-либо из методов дистанционного наблюдения (аэрофотосъемки или космической съемки). Часто вместо этого термина используется термин «наземная достоверность», однако многие ученые предпочитают термин «данные для подтверждения точности». Данные, собранные наземными способами, всегда содержат некоторое количество ошибок и таким образом не могут быть названы абсолютно «достоверными».

## Пример

Ниже приводится пример заполненного листа ввода данных классификации, матрицы различий и ошибок и вычисления общей точности.

Табл. LAND-L-1. Образец листа ввода данных классификации птиц

№ птицы	Классификация, данная учащимися	Данные для подтверждения	✓ или X
1	Хищная	Хищная	✓
2	Всеядная	Хищная	X
3	Растительная	Растительная	✓
4	Хищная	Хищная	✓
5	Растительная	Растительная	✓
6	Растительная	Всеядная	X
7	Всеядная	Всеядная	✓
8	Хищная	Хищная	✓
9	Хищная	Растительная	X
10	Всеядная	Хищная	X

Табл. LAND-L-2. Образец листа ввода данных матрицы различий и ошибок

**Данные для подтверждения точности классификации**

		Хищная	Растительн.	Всеядная	Итого по строкам
Данные учащихся	Хищная	A1. 3	B1. 1	C1. 0	D1. 4
	Растительная	A2. 0	B2. 2	C2. 1	D2. 3
	Всеядная	A3. 2	B3. 0	C3. 1	D3. 3
	Итого по столбцам	A4. 5	B4. 3	C4. 2	D4. 10

**Примечание:** Сумма всех столбцов должна равняться сумме всех строк. Сравните ваши расчеты с расчетами других учащихся вашей группы, чтобы убедиться в том, что вы правильно учли каждую цифру в матрице.

$$D4 = (A4 + B4 + C4) = (D1 + D2 + D3)$$

(сумма по столбцам)                      (сумма по строкам).

*Что означает эта информация:*

В данном примере в строке A1-D1 учащиеся правильно определили три хищные птицы; одна растительноядная птица была неправильно классифицирована как хищная; ни одна всеядная птица не была неправильно классифицирована как хищная.



### Вычисление точности:

$$\text{Общая точность} = \frac{\text{сумма вдоль главной диагонали (A1 + B2 + C3)}}{\text{общая сумма матрицы (D4)}}$$

**Этап 1.** Вычислите сумму значений в клетках матрицы вдоль главной диагонали (A1 + B2 + C3) в таблице LAND-L-2 («Образец матрицы различий и ошибок»). Это значение равно общему числу случаев правильной классификации. В данном примере имеется шесть случаев правильной классификации из общего числа 10.



$$(3 + 2 + 1) = 6$$

**Этап 2.** Разделите общее число случаев правильной классификации (A1 + B2 + C3) на общее число образцов (клетка D4).

$$6 \text{ разделить на } 10 = 0,6$$

**Этап 3.** Умножьте на 100 для нахождения общей точности проведенного упражнения:

$$0,6 \text{ умножить на } 100 = 60 \% \text{ точности.}$$

Вычисление может быть проведено также для каждой индивидуальной категории отдельно (например, 3 из 5 хищных птиц были классифицированы правильно). Числа, находящиеся вне главной диагонали матрицы, представляют собой случаи «неправильной» классификации. Каждая ошибка или различие выражается в отсутствии данного образца в правильной категории и его отнесении (т.е. ошибочном помещении) к неправильной категории.



Если ваш ответ находится между:	Ваш уровень:
0 - 50 %	Начальный
51- 85 %	Средний
86- 100 %	Высокий

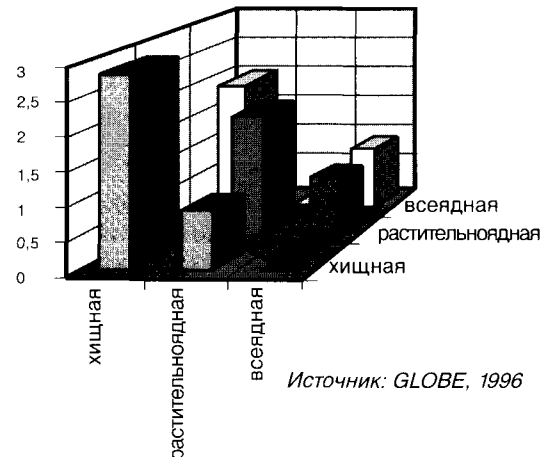
Класс может также провести сравнение дробей (1/2 меньше, чем 3/4; 3/4 меньше, чем 9/10) вместо сравнения процентов.



### Варианты упражнения

1. Вместо математического вычисления общей точности может быть использована визуальная модель. Начертите на листке бумаги таблицу размером 3 на 3 клетки, пронумерованные как клетки в матрице различий и ошибок. Визуально представьте число видов птиц в каждой клетке графическим путем или складывая в каждой клетке один на другой кубики, соответствующие числу видов. Наиболее высокие колонки кубиков будут находиться вдоль диагонали таблицы.
2. Если имеется доступ к компьютерным таблицам, данные могут быть представлены в виде трехмерного графика. На рис. LAND-L-2 изображен трехмерный график по данным матрицы различий и ошибок.
3. Упражнение может быть модифицировано для ситуации, когда преподаватель руководит занятием всей группы и составляет единую матрицу различий и ошибок на классной доске.

Рис. LAND-L-2: Матрица различий и ошибок для классификации птиц



Источник: GLOBE, 1996



### **Порядок проведения занятия**

1. Чтобы подготовить учащихся к занятию, обсудите с ними следующие вопросы.
  - Для чего мы организуем или сортируем объекты в группы?
  - Как мы сортируем эти объекты?
  - Приведите три примера объектов, которые обычно сортируются в группы.
2. Сделайте копии и раздайте учащимся: рабочие листы, рисунки птиц, схематические рисунки птичьих клювов, рабочий лист ввода данных классификации и рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок.
3. Предложите учащимся следовать инструкциям на рабочих листах для выполнения следующих пунктов:
  - классификация рисунков птиц на три категории;
  - сравнение ответов с предоставленными эталонными данными;
  - составление матрицы различий и ошибок по результатам этого сравнения.
4. После того, как учащиеся выполнят упражнение, обсудите с ними результаты, задавая следующие вопросы.
  - Насколько отличались ответы различных учащихся?
  - Вследствие чего, по их мнению, возникли эти различия?
  - Для каких еще классификаций может быть проведено сравнение с использованием матрицы различий и ошибок (например, при сравнении карты, отражающей тип наземного покрова в определенном месте, с тщательным непосредственным наблюдением в этом месте)?



## **Обзор**

Ученые классифицируют многие объекты окружающего нас мира, например, живые организмы, типы леса или типы горных пород. Такие классификации, или категории, помогают нам организовать наши знания о природе и лучше понять ее. Для того, чтобы такие классификации могли быть полезны ученым, нам необходимо знать, насколько они точны. Основной способ измерения точности процедуры классификации - составление матрицы различий и ошибок. Такая матрица также выявляет классы, по которым имеются затруднения или путаница в классификации.

При выполнении данного упражнения вам предстоит:

- классифицировать рисунки птиц на три категории;
- сравнивать полученные ответы с предоставленными данными для подтверждения классификации;
- составлять матрицу различий и ошибок по результатам сравнения.

Выполнив упражнение, вы будете в состоянии:

- классифицировать птиц на категории хищных, растительноядных и всеядных, используя определенные критерии;
- сравнивать ответы с набором данных для подтверждения классификации и составлять матрицу различий и ошибок;
- определять категории, содержащие наибольшее количество ошибок.
- проводить оценку общей точности классификации птиц;
- понимать значение матрицы различий и ошибок и использовать информацию, которую она предоставляет.

## **Материалы**

1. Набор из 10 рисунков птиц.
2. Образцы схематических рисунков птичьих клювов.
3. Рабочий лист классификации и рабочий лист матрицы различий и ошибок для целей классификации птиц.

## **Порядок проведения занятия**

В данном упражнении вы будете классифицировать типы птиц как:

- Х ..... хищных (питаются животной пищей);
- Р ..... растительноядных (питаются растительной пищей);
- В ..... всеядных (питаются как животной, так и растительной пищей).

Примеры пищи, которую предпочитают птицы:

- хищные ..... рыба, мясо, насекомые, черви, мелкие млекопитающие;
- растительноядные ..... растения, зерна, орехи, ягоды;
- всеядные ..... все перечисленное выше.

Размер и форма птичьего клюва обычно отражают тип пищи, который предпочитает данная птица. Многие виды птиц, однако, относятся к так называемым видам-оппортунистам: в случае, если пищи, которую они предпочитают, не хватает, они могут дополнять свое питание разнообразными пищевыми объектами.

## Справочная схема для учащихся

### Типы клювов растительноядных птиц



*Тип вьюрка:* мощный, клинообразный клюв, пригодный для того, чтобы раскалывать орехи и семена.



*Тип попугая:* толстые верхняя и нижняя половины клюва также пригодны для того, чтобы раскалывать орехи или разрывать на части фрукты. Верхняя половина клюва заострена и обычно загнута над нижней половиной.

### Типы клювов хищных птиц



*Тип насекомоядной птицы:* длинный, тонкий, слегка изогнутый клюв, используемый для поиска насекомых и пауков в древесной коре и почве.



*Тип плотоядной птицы:* короче, чем клюв насекомоядной птицы; верхняя половина клюва имеет острый загнутый нависающий конец и вместе с прямой нижней половиной клюва употребляется для разрывания на части мяса.

### Типы клювов всеядных птиц



*Тип сойки:* широкий, средней длины клюв используется для поедания насекомых, фруктов, семян и даже мертвых животных.



*Тип дрозда:* короче и тоньше, чем клюв типа сойки; также используется для поедания мяса, растительной пищи и насекомых.

## Рабочий лист ввода данных классификации птиц

### Процедура

1. Рассмотрите каждый из рисунков птиц, изображенных на карточках (пронумерованных 1- 10) и классифицируйте каждую птицу как хищную, растительноядную или всеядную. Запишите каждый ответ в столбце «Классификация, предложенная учащимися» в приведенном ниже листе.
2. Ваш преподаватель предоставит вам информацию для занесения в столбец «Данные для подтверждения». Убедитесь, что вы заполните этот столбец тщательно, поскольку эти данные будут необходимы для занесения в матрицу различий и ошибок.
3. Рассмотрите десять пар ответов и поставьте в третьем столбце птичку против каждого совпадения и крест против каждого несовпадения (неправильный ответ).

Рис. LAND-L-3. Рабочий лист ввода данных классификации птиц

№ птицы	Классиф., предлож. учащимися	Данные для подтверждения	√ или x
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

## Рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок для классификации птиц

4. Заполните первый ряд матрицы в соответствии со следующими указаниями:
- А. Подсчитайте, сколько раз классификация хищных птиц вашей группой совпала с ответом «хищная птица», данным для подтверждения. Запишите это число здесь: \_\_\_\_\_. Запишите то же число в клетку с индексом А1 в матрице различий и ошибок.
  - В. Подсчитайте, сколько раз классификация хищных птиц вашей группой совпала с ответом «растительноядная птица», данным для подтверждения. Запишите это число здесь: \_\_\_\_\_. Запишите то же число в клетку с индексом В1 в матрице различий и ошибок.
  - С. Подсчитайте, сколько раз классификация хищных птиц вашей группой совпала с ответом «всеядная птица», данным для подтверждения. Запишите это число здесь: \_\_\_\_\_. Запишите то же число в клетку с индексом С1 в матрице различий и ошибок.

Прежде, чем продолжать, проконсультируйтесь с преподавателем.

**Повторите эту процедуру для каждой из категорий, заполняя последующие две строки матрицы.**

Табл. LAND-L-4. Рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок для классификации птиц

### Данные для подтверждения точности классификации

	Хищная	Растительн.	Всеядная	Итого по строкам
Хищная	A1.	B1.	C1.	D1.
Растительн.	A2.	B2.	C2.	D2.
Всеядная	A3.	B3.	C3.	D3.
Итого по столбцам	A4.	B4.	C4.	D4.

5. Подсчитайте сумму во всех строках, столбцах и в клетке D4.

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(сумма по столбцам)                      (сумма по строкам).

Числа в обведенных клетках (главная диагональ) представляют собой правильные ответы. Просмотрите остальные клетки матрицы и найдите случаи неправильной классификации, если они имеются. Матрица различий и ошибок показывает, какие из категорий являются наиболее трудными для идентификации. Числа, находящиеся в клетках, не входящих в главную диагональ, представляют собой «неправильные» ответы. Каждое различие или ошибка выражается в отсутствии данного образца в правильной категории и его отнесении (т.е. ошибочном помещении) к неправильной категории.

Какая из клеток матрицы различий и ошибок содержит наибольшее число?

Рис. LAND-L-4. Вычисление матрицы различий и ошибок

$$\text{Общая точность} = \frac{(A1+B2+C3)}{D4} \times 100$$

$$\text{Общая точность} = \frac{\boxed{A1} + \boxed{B2} + \boxed{C3}}{\boxed{D4}} \times 100 =$$

6. Подсчитайте общую точность согласно формуле, приведенной на образце рабочего листа.

**Если ваш ответ  
находится между:**

**Ваш уровень  
подготовки является:**

0 - 50 %

Начальным

51- 85 %

Средним

86- 100 %

Высоким

#### **Дополнительные обсуждение и занятия**

1. Испытывали ли вы затруднение в правильной классификации птиц в какую-либо категорию? Почему?
2. Как можно было бы уменьшить количество ошибок в следующий раз?
3. Какие другие способы классификации птиц вы знаете?
4. Есть ли у вас какие-либо предложения, направленные на совершенствование критериев классификации?
5. Насколько отличались ответы разных учащихся? Сравните вашу матрицу различий и ошибок с матрицей других учащихся, чтобы установить, кто нашел наибольшее число правильных ответов и увидеть, допустили ли другие группы ошибки при классификации тех же самых категорий. Что явилось причиной этих ошибок?
6. Какие дополнительные меры могут быть использованы для оценки качества данных?

#### **Дальнейшие исследования**

1. Составьте единую матрицу различий и ошибок, используя данные, полученные всеми группами класса. Вычислите общую точность для всего класса.  
Какая из матриц, по вашему мнению, точнее - ваша или общая для всего класса?  
Почему?

Таблица LAND-L-5. Данные для подтверждения точности классификации птиц

	Название птицы	Классификация
1	Западная зеленушка	Растительная
2	Европейский скворец	Всеядная
3	Двухцветный крапивник	Хищная
4	Волнистый попугайчик	Растительная
5	Африканский сорокопут	Хищная
6	Дрозд Грея	Всеядная
7	Сосновый клест	Растительная
8	Евразийская сойка	Всеядная
9	Обычная пищуха	Хищная
10	Дрозд-отшельник	Всеядная





1



2



3



4

Рисунки Линды Айзексон



**2. Европейский скворец**  
(*Sturnus vulgaris*)

Этот вид птиц (размером 21 см) живет в разреженных лесах, парках и садах в Европе и Западной Азии, а также был интродуцирован в Северную Америку, Южную Америку, Южную Австралию и Новую Зеландию. Питается как растительной, так и животной пищей.

Классификация:  
Всеядная

**1. Западная зеленушка**  
(*Carduelis chloris*)

Этот вид птиц (размером 14,5 см) живет в разреженных лесах, кустарниках и садах в Европе, Северной Африке, Малой Азии, на Ближнем Востоке и в Средней Азии. Питается орехами и семенами, в особенности семенами подсолнуха и арахисовыми орехами.

Классификация:  
Растительная

**4. Волнистый попугайчик**  
(*Psittacula krameri*)

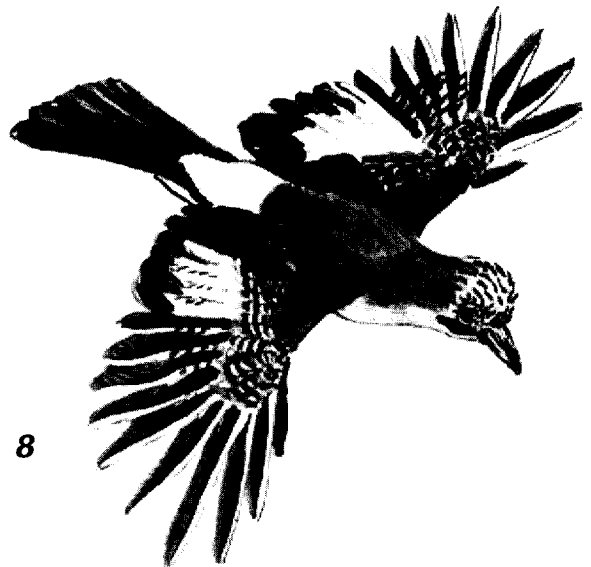
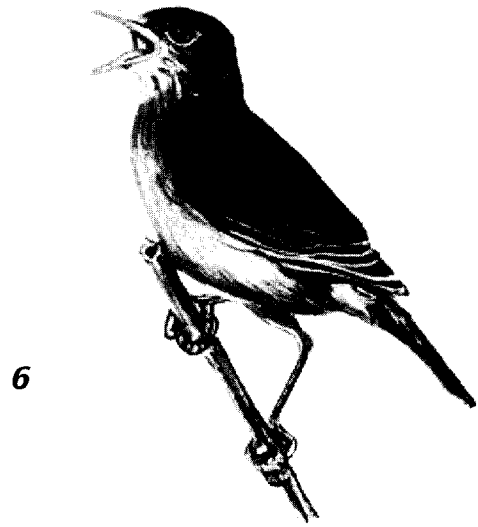
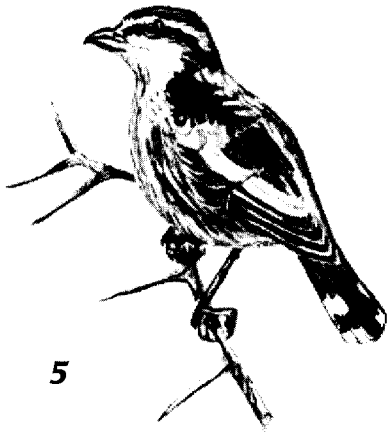
Этот вид птиц (размером 41 см) живет в лесах и на сельскохозяйственных угодьях в Центральной Африке к востоку до Уганды, а также в Индии и Шри Ланке, и был интродуцирован на Ближний и Дальний Восток, в Северную Америку, Англию, Нидерланды, Бельгию и Западную Германию. Питается зерном или спелыми фруктами.

Классификация:  
Растительная

**3. Двухцветный крапивник**  
(*Campylorhynchus griseus*)

Этот вид птиц (размером 22 см) живет в сухой саванне, кактусовых кустарниковых ладшафтах и разреженных лесах Колумбии, Венесуэлы, Северной Бразилии и Гайаны. Он находит насекомых и их яйца, заглядывая в трещины почвы и прощупывая их клювом.

Классификация:  
Хищная



Рисунки Линды Айзексон

**6. Дрозд Грея**  
(*Turdus grayi*)

Этот вид птиц (размером 23-24 см) живет в разреженных лесах и на опушке леса, обычно вблизи ручьев, на юго-востоке Мексики, Центральной Америки и на побережье Колумбии. Питается насекомыми, дождевыми червями, слизняками и ящерицами, а также фруктами.

Классификация:  
Всеядная

**5. Африканский сорокопут**  
(*Nilaus afer*)

Этот вид птиц (размером 15 см) живет в саванновых разреженных лесах и иногда на опушке лесов в тропической Африке. Питается насекомыми, которых ловит в полете.

Классификация:  
Хищная

**8. Евразийская сойка**  
(*Garrulus glandarius*)

Этот вид птиц живет в дубовых лесах и в открытой местности от Западной Европы по всей Азии до Японии и Юго-Восточной Азии. Питается насекомыми, буковыми орешками и желудями.

Классификация:  
Всеядная

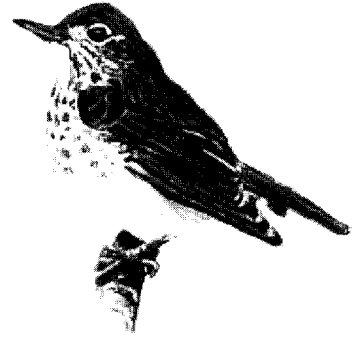
**7. Сосновый клест**  
(*Pinicola enucleator*)

Этот вид птиц (размером 20 см) живет в хвойных и кустарниковых лесах Северной Америки, северной Скандинавии и Сибири. Питается ягодами и почками на земле или в кронах деревьев.

Классификация:  
Растительноядная



9



10

Рисунки Линды Айзексон

**9. Обычная пищуха**  
(*Certhia familiaris*)

Этот вид птиц (размером 12,5 см) живет в лесах, в особенности хвойных, в Западной Европе и Японии. Питается насекомыми и их яйцами, извлекая из из-под коры деревьев.

Классификация:  
Хищная

**10. Дрозд-отшельник**  
(*Catharus guttatus*)

Этот вид птиц (размером 15-20 см) живет в разреженных лесах, на опушке леса и в чаще леса в Северной и Центральной Америке. Питается насекомыми, пауками, улитками, дождевыми червями и саламандрами, а также фруктами и семенами.

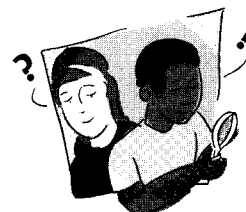
Классификация:  
Всеядная

*Справочная литература:*

*The Illustrated Encyclopedia of Birds: The Definitive Reference to Birds of the World.* [Иллюстрированная энциклопедия птиц: справочник-определитель птиц мира]. (1990)

Dr. C. Perrins [Главный консультант д-р Ч. Перринс]. New York, Prentice Hall Press.

# В чем разница?



Приветствие

Введение

Практика

Занятия

Приложение

В чем разница?

## **Предназначение занятия**

Обучиться количественной оценке точности классификации.

## **Обзор**

Учащиеся классифицируют облака на три группы (перистые, слоистые и кучевые) на основании знаний, приобретенных при выполнении практической работы по *определению облаков*. Затем они сравнивают свои ответы с готовым набором ответов для подтверждения классификации, и составляют матрицу различий и ошибок. Далее они обсуждают возможность повышения точности классификации путем выявления сделанных ими ошибок, определяемых с помощью матрицы различий и ошибок.

## **Уровень подготовки учащихся**

Средний и высокий.

## **Продолжительность занятия**

Одно классное занятие.

## **Важнейшие концепции**

Классификация помогает организовать и понять природные объекты.

Для того, чтобы системы классификации были применимыми, мы должны располагать количественной оценкой их точности.

Существуют критерии для определения уровня точности.

## **Навыки**

Классификация облаков.

Оценка аккуратности классификации.

Улучшение аккуратности классификации на основе ее оценки.

*Анализ* данных для понимания взаимоотношения между системой классификации и ее аккуратностью.

*Определение* критериев выбора решений для системы классификации.

*Сбор и интерпретация* данных для подтверждения аккуратности.

*Составление и анализ* матрицы различий и ошибок с целью оценки аккуратности.

Коллективное *решение* задач по выяснению проблем, связанных с аккуратностью.

## **Приборы и материалы**

Наборы запечатанных в пластик рисунков, изображающих облака.

Лист с ответами для подтверждения классификации.

Тексты процедур для данного занятия.

Рабочий лист ввода данных классификации.

Рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок.

## **Подготовка**

Сделать копии рабочих листов для каждой группы.

## **Предварительные условия**

Участие в занятии, где рассматривались основы классификации; выполнение практической работы по *определению облаков* по программе GLOBE; участие в занятии «*Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок*».



### **Предпосылки**

Ученые классифицируют многие объекты окружающего нас мира, например, живые организмы, типы леса или типы почв. Хотя такие классификации фактически являются произвольными схемами, которые человек накладывает на объекты природы, они тем не менее являются фундаментальным механизмом, который помогает нам организовать наши знания о природе и лучше понять ее. Для классификации интересующих нас объектов мы можем пользоваться различными подходами. Два конкретных объекта могут быть отнесены к различным классификационным категориям либо из-за ошибки одного из (или обоих) классификаторов, либо просто из-за того, что они использовали различные критерии классификации. В любом случае мы должны иметь представление о том, до какой степени наша классификация допускает ошибки, поскольку мы должны использовать полученную информацию, полагаясь на нее с известной степенью достоверности. Данные, полученные с помощью методов дистанционного наблюдения, будут в конечном итоге использованы для принятия важных решений по таким глобальным проблемам, как обезлесение, глобальное потепление и деградация окружающей среды. Очень важно, чтобы такие решения не были основаны на неточной информации.



Основным средством оценки точности дистанционных данных является матрица различий и ошибок. Такая матрица предоставляет механизм оценки в баллах общей точности данной классификации или карты, а также обильную информацию об источниках имеющихся ошибок. Таким образом, мы можем сконцентрировать наше внимание на тех участках или классах, которые требуют более пристального рассмотрения. Эта информация может быть использована для улучшения качества наших критериев классификации, а также для совершенствования наших навыков различения классов, по которым существуют классификационные проблемы. Использование классификации облаков, на которой основано данное упражнение, позволит учащимся улучшить и развить навыки определения облаков, полученные при выполнении практической работы по исследованию климата программы GLOBE.



### **Важнейшие термины и концепции**

См. соответствующий раздел занятия: «Насколько это точно? Ознакомление с матрицей различий и ошибок».

### **Благодарности**

Рисунки сделаны Линдой Айзексон.

### **Справочная литература**

National Audubon Society Pocket Guide to Clouds and Storms. (1995) [Карманное пособие по облакам и штормам Национального Одюбовского Общества]. New York: Alfred A. Knopf, Inc.

Таблица для определения облаков программы GLOBE (1996).

Вы можете изготовить транспарант следующей страницы с примером заполнения рабочего листа ввода данных классификации облаков и матрицы различий и ошибок. См. инструкции на этой странице.

### **Процедура подсчета и вычисления общей точности**

Следующие ниже процедуры относятся к рабочему листу, озаглавленному «образец»:

**Этап 1.** Для образца номер 1 из листа классификации облаков (табл. LAND-L-6) определите тип облаков (классификация учащихся) (табл. LAND-L-6, клетка А - перистые).

**Этап 2.** В табл. LAND-L-7 (матрица различий и ошибок), найдите соответствующий классификации учащихся тип облаков (перистые) в столбце слева.

**Этап 3.** Для образца номер 1 из листа классификации облаков (табл. LAND-L-6), определите тип облаков в соответствии с данными для подтверждения классификации (табл. LAND-L-7, клетка В - слоистые).

**Этап 4.** В табл. LAND-L-7 (матрица различий и ошибок), начиная с клетки, содержащей тип облаков согласно классификации учащихся (перистые), двигайтесь слева направо вдоль строки до тех пор, пока вы не найдете тип облаков в соответствии с данными для подтверждения классификации (слоистые). В клетке на пересечении между рядом, содержащим клетку «перистые» и столбцом, содержащим клетку «слоистые», проставьте один символ для подсчета (точку). Перейдите к следующему образцу. Таким образом, ряды матрицы представляют собой данные, полученные учащимися, тогда как столбцы содержат в соответствии с данными для подтверждения классификации.

**Этап 5.** Перейдите к образцу 2 в рабочем листе классификации облаков (табл. LAND-L-6) и продолжите процедуру. После того, как вы проведете подсчет по всем образцам, следует определить общую точность.

**Этап 6.** Суммарное количество образцов (клетка D4) равно общей сумме итогов по строкам ( $D1 + D2 + D3$ ), которая в то же время равна общей сумме итогов по столбцам ( $A4 + B4 + C4$ ). Общее количество случаев правильной классификации равно сумме клеток  $A1 + B2 + C3$  (главная диагональ, обведенные клетки). Разделите общее количество случаев правильной классификации (1) на общее количество образцов (3). Умножьте на 100. Результат в процентах - 33 %. Это значение представляет собой общую точность классификации учащихся.

**Этап 7.** Подобно тому, как клетки вдоль главной диагонали представляют собой случаи «правильной» классификации, клетки, не входящие в главную диагональ, представляют случаи «неправильной» классификации, или различия. Поэтому мы называем такую матрицу матрицей различий и ошибок. Каждая ошибка или различие выражается так же в отсутствии данного образца в категории системы классификации, к которой он должен принадлежать, и его отнесении (т.е. ошибочном помещении) к неправильной категории. Эта информация может быть использована для определения типов облаков, которые представляют собой особую трудность для классификации, а также для типов облаков, которые трудно отличить один от другого.



Таблица LAND-L-6. Образец рабочего листа ввода данных классификации облаков

№ образца	№ фото	Класс., предл. учащимися	Данные подтвержд.	√	X
1	3a	A: перистые	B: слоистые		X
2	3c	C: слоистые	D: слоистые	√	
3	3d	E: слоистые	F: кучевые		X

(См. ключ для подтверждения точности классификации облаков, табл. \_\_\_\_\_;  
и рис. \_\_\_\_\_: примеры классификации облаков)

Таблица LAND-L-7. Образец матрицы различий и ошибок для классификации облаков

	Кучевые	Слоистые	Перистые	Итого по строкам
Кучевые	A1:	B1:	C1:	D1: 0
Слоистые	A2: 1	B2: 1	C2:	D2: 2
Перистые	A3:	B3: 1	C3:	D3: 1
Итого по столбцам	A4: 1	B4: 2	C4: 0	D4: 3

Данные для подтверждения точности классификации

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(сумма по столбцам) = (сумма по строкам)

$$\text{ОБЩАЯ ТОЧНОСТЬ} = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100 = (1/3) \times 100 = 33\%$$

### **Порядок проведения занятия**

1. Чтобы подготовить учащихся к занятию, обсудите с ними следующие вопросы.
  - В чем различие между категорией классификации и критериями классификации?
  - Почему классификация имеет важное значение?
  - Каково взаимоотношение между классификацией и картографированием?
  - Почему важно, чтобы карта была точной?
2. Скопируйте и раздайте учащимся инструкции и пронумерованные фотографии облаков.
3. Предложите учащимся следовать инструкциям на бланках для выполнения следующих пунктов.
  - Классифицировать фотографии облаков по трем категориям согласно типам облаков.
  - Сопоставить ответы с данными для подтверждения классификации облаков.
  - Составить матрицу различий и ошибок.
4. Обсудите с учащимися, какое отношение имеет это упражнение к практической работе «Оценка точности».

# Руководство для учащихся

## Обзор

Ученые классифицируют многие объекты окружающего нас мира, например, живые организмы, типы леса или типы горных пород. Такие классификации, или категории, помогают нам организовать наши знания о природе и лучше понять ее. Для того, чтобы такие классификации были полезны ученым, необходимо знать, насколько они точны. Основной способ измерения точности процедуры классификации - составление матрицы различий и ошибок. Такая матрица также выявляет классы, определение которых вызывает затруднения или путаницу в классификации.

В ходе данного занятия вы будете классифицировать рисунки облаков на три четко различимых категории согласно имеющимся критериям. Результаты этой классификации будут сопоставляться с предоставленным набором данных для подтверждения классификации путем внесения в таблицу. Точность табличных результатов будет подсчитываться с использованием матрицы различий и ошибок.

Завершив это занятие, вы будете уметь:

- классифицировать набор объектов (рисунки облаков) в соответствии с определенной схемой классификации;
- сопоставлять ответы с набором данных для подтверждения классификации и составлять матрицу различий и ошибок;
- понимать значение аккуратности и точности измерений;
- понимать некоторые источники ошибок в научных измерениях.

## Приборы и материалы

Набор из 20 рисунков облаков.

Копии процедуры со схематическими рисунками облаков и матрицей различий и ошибок.

Рабочий лист ввода данных классификации облаков.

## Порядок проведения занятия

1. Осторожно разложите пронумерованные фотографии облаков согласно инструкциям преподавателя. В ходе занятия вы будете классифицировать 20 (двадцать) фотографий.
2. Используя рабочий лист ввода данных классификации облаков, проведите классификацию всех рисунков облаков в наборе данных на три категории: перистые, слоистые и кучевые.

Примечание: типы облаков не всегда четко подходят под одну из этих трех основных категорий. Для целей этого упражнения используется только такая упрощенная схема. В процессе классификации может возникнуть некоторая путаница. Рассматривайте такую «размытость» как часть неопределенности, которая присуща данному типу исследования. Такая неопределенность представляет собой неотъемлемую часть процесса научного познания, поскольку никакая конкретная схема классификации никогда не соответствует с абсолютной точностью состоянию природных объектов, которое мы воспринимаем.

Критерии для отнесения облаков к одному из трех классов перечислены ниже.



**Кучевые облака** - отдельные облака, обычно плотные и с четкими очертаниями, развиваются в вертикальном направлении как поднимающиеся холмы, купола или башни; верхняя выступающая часть напоминает кочан цветной капусты



**Слоистые облака** - обычно слой облаков серого цвета с достаточно однородным основанием.



**Перистые облака** - отдельные облака в форме белых нежных нитей, или белые или почти белые пятна или узкие полоски. Могут принимать форму, напоминающую конский хвост.

3. Проведите классификацию всех фотографий, разложив их на три кучки или стопки (перистые, слоистые и кучевые) и оставляя фотографии, трудно поддающиеся определению, между кучками или стопками. После того, как все фотографии будут разложены, вернитесь к тем, которые трудно поддавались определению. Для каждой из этих фотографий примите окончательное решение, к какому классу ее отнести. Если на фотографии изображены облака, относящиеся более чем к одному классу, следует выбрать один доминирующий тип облаков для классификации данной фотографии. Критерием выбора доминирующего типа облаков является то, какой тип облаков занимает наибольший процент площади неба на фотографии. Проверьте свою классификацию для каждой из 20 фотографий и запишите ответы в столбце «Классификация, предложенная учащимися» в рабочем листе ввода данных классификации облаков.
4. Ваш преподаватель раздаст классу таблицу данных для подтверждения классификации облаков. Для каждой фотографии внесите тип облаков в столбец «Данные для подтверждения точности классификации» рабочего листа ввода данных классификации облаков. Внесение всех типов облаков *необходимо* для того, чтобы завершить это упражнение!

5. Для каждой из фотографий, где ответ в столбце «Классификация, предложенная учащимися» совпадает с типом облаков в столбце «Данные для подтверждения точности классификации», проставьте птичку в последнем столбце. Для фотографий, где ответы не совпадают, проставьте крестик в этом столбце.
6. Подсчитайте результаты в последнем столбце матрицы в соответствии со следующим указанием и приведенным примером.
  - А. Используя рабочий лист ввода данных классификации облаков, подсчитайте, сколько раз классификация кучевых облаков вашей группой совпала с ответом «кучевые облака» из данных для подтверждения точности классификации. Запишите это число здесь: \_\_\_\_\_. Внесите то же число в клетку с индексом А1 в матрице различий и ошибок.
  - В. Теперь подсчитайте, сколько раз классификация кучевых облаков вашей группой совпала с ответом «слоистые облака» из данных для подтверждения точности классификации. Запишите это число здесь: \_\_\_\_\_. Внесите то же число в клетку с индексом В1 в матрице различий и ошибок.
  - С. Прежде чем продолжать, проконсультируйтесь с преподавателем.
  - Д. Повторите эту процедуру, заполняя все остальные строки матрицы различий и ошибок.
  - Е. Проверьте результаты еще раз, чтобы убедиться, что каждый образец из бланка для классификации облаков занесен в матрицу различий и ошибок. Теперь вы можете вычислить общую точность вашей классификации согласно формуле, приведенной в нижней части этой страницы.

Табл. LAND-L-8. Классификация облаков: рабочий лист ввода данных матрицы различий и ошибок

Данные для подтверждения точности классификации облаков

Данные учащихся		Кучевые	Слоистые	Перистые	Итого по строкам
	Кучевые	A1:	B1:	C1:	D1:
	Слоистые	A2:	B2:	C2:	D2:
	Перистые	A3:	B3:	C3:	D3:
	Итого по столбцам	A4:	B4:	C4:	D4:

$$D4 = A4 + B4 + C4 = D1 + D2 + D3$$

(сумма по столбцам) = (сумма по строкам)

$$\text{Общая точность} = \frac{A1 + B2 + C3}{D4} \times 100$$

$$\text{Общая точность} = \frac{\text{-----}}{\text{-----}} \times 100 = \text{-----}$$

Табл. LAND-L-9. Рабочий лист ввода данных классификации облаков

№ образца	№ фото	Классиф., предл. учащихся	Данные для подтв.		X
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					

Табл. LAND-L-10. Классификация облаков - лист данных для подтверждения точности классификации

(Ключ)

№ фото	Эталонные данные
1	Перисто-кучевые
2	Перисто-слоистые
3	Кучевые
4	Слоистые
5	Перистые
6	Слоисто-кучевые
7	Высококучевые
8	Высокостлоистые
9	Слоистодождевые
10	Кучеводождевые
11	Слоистодождевые
12	Кучеводождевые
13	Высококучевые
14	Перисто-слоистые
15	Перисто-слоистые
16	Высококучевые
17	Слоистодождевые
18	Кучевые
19	Высококучевые
20	Слоистодождевые

**Степень точности классификации, предложенной учащимися**

0 - 50 %

51- 75 %

76- 100 %

**Уровень подготовки**

Начальный

Средний

Высокий

Рис. LAND-L-5 (фото 1)



Рис. LAND-L-6 (фото 2)



Рис. LAND-L-7 (фото 3)



Рис. LAND-L-8 (фото 4)



Источник: Уэйн М. Флаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)



Рис. LAND-L-6 (фото 2)

**Перисто-слоистые:** высокие облака, светло-серые или белые, часто тонкие, так, что через них можно видеть солнце или луну. Обычно покрывают большую часть неба.

Рис. LAND-L-5 (фото 1)

**Перисто-кучевые:** высокие облака, рыхлые, разорванные на вид, с небольшими просветами между отдельными облаками. Часто принимают волнообразную форму.

Рис. LAND-L-8 (фото 4)

**Слоистые:** низкие облака, светло- или темно-серые, обычно однородные на вид, покрывают большую часть неба. Туман представляет собой слоистое облако.

Рис. LAND-L-7 (фото 3)

**Кучевые:** низкие облака, рыхлые на вид, напоминают вату, воздушную кукурузу или цветную капусту.

Рис. LAND-L-9 (фото 5)



Рис. LAND-L-10 (фото 6)



Рис. LAND-L-11 (фото 7)

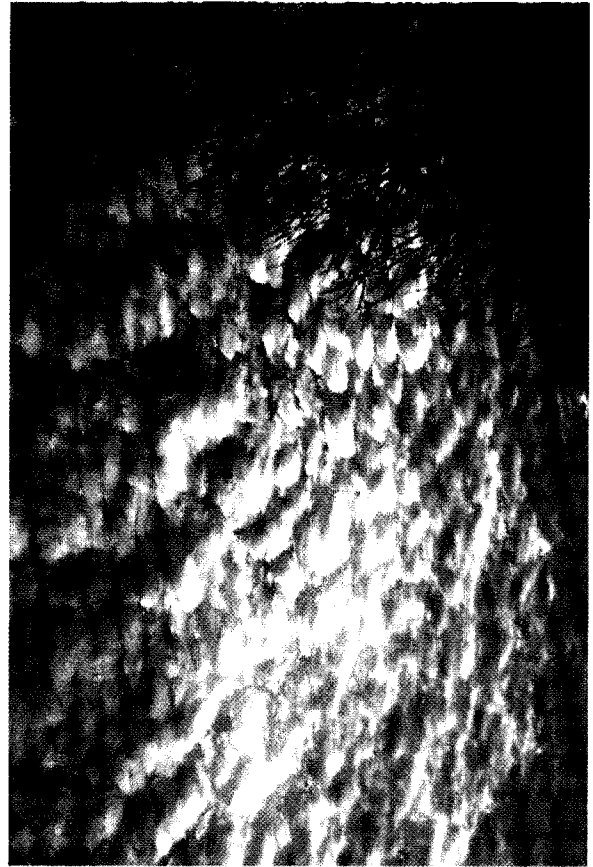


Рис. LAND-L-12 (фото 8)



Источник: Уэйл М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Рис. LAND-L-10 (фото 6)

**Слоисто-кучевые:** низкие облака, неопределенной формы, округлые или рыхлые на вид, иногда с пространствами между отдельными облаками.

Рис. LAND-L-9 (фото 5)

**Перистые:** высокие облака, тонкие, прозрачные и перистого вида, состоят из ледяных кристаллов.

Рис. LAND-L-12 (фото 8)

**Высококучевые:** облака средней высоты, светло-серые, обычно однородные на вид, покрывают большую часть неба.

Рис. LAND-L-11 (фото 7)

**Высококучевые:** облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с пространствами между отдельными облаками.

Рис. LAND-L-13 (фото 9)



Рис. LAND-L-14 (фото 10)

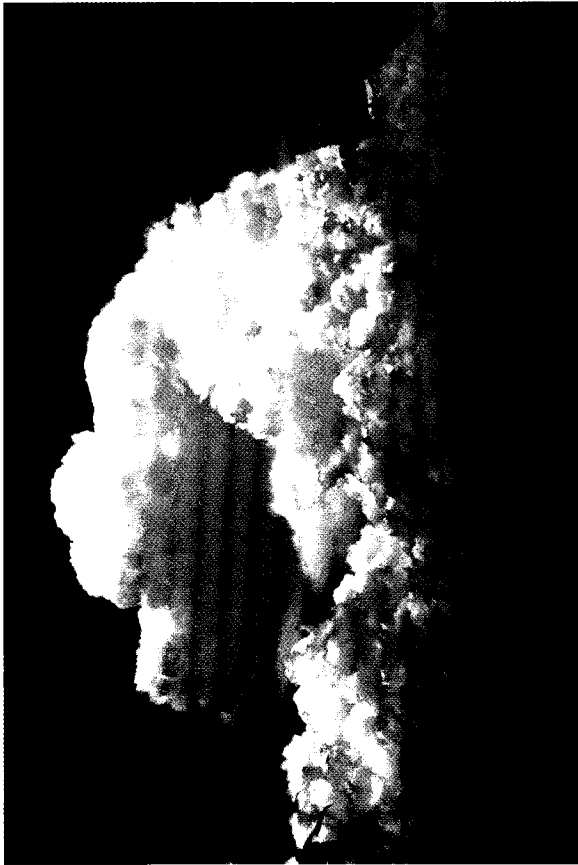


Рис. LAND-L-15 (фото 11)



Рис. LAND-L-16 (фото 12)



Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Рис. LAND-L-14 (фото 10)

**Кучеводождевые:** крупные облака с темным основанием и высокими башневидными формами. Могут иметь резкие хорошо очерченные края или иметь форму наковальни в верхней части. Осадки могут размыты основанние облаков. Могут сопровождаться громом.

Рис. LAND-L-13 (фото 9)

**Стопстодождевые:** облака низкой и средней высоты, темно-серые, с идущими из них осадками. Их основания размыты и трудно определить из-за выпадающих осадков.

Рис. LAND-L-16 (фото 12)

**Кучеводождевые:** крупные облака с темным основанием и высокими башневидными формами. Могут иметь резкие хорошо очерченные края или иметь форму наковальни в верхней части. Осадки могут размыты основанние облаков. Могут сопровождаться громом.

Рис. LAND-L-15 (фото 11)

**Стопстодождевые:** облака низкой и средней высоты, темно-серые, с идущими из них осадками. Их основания размыты и трудно определить из-за выпадающих осадков.

Рис. LAND-L-17 (фото 13)



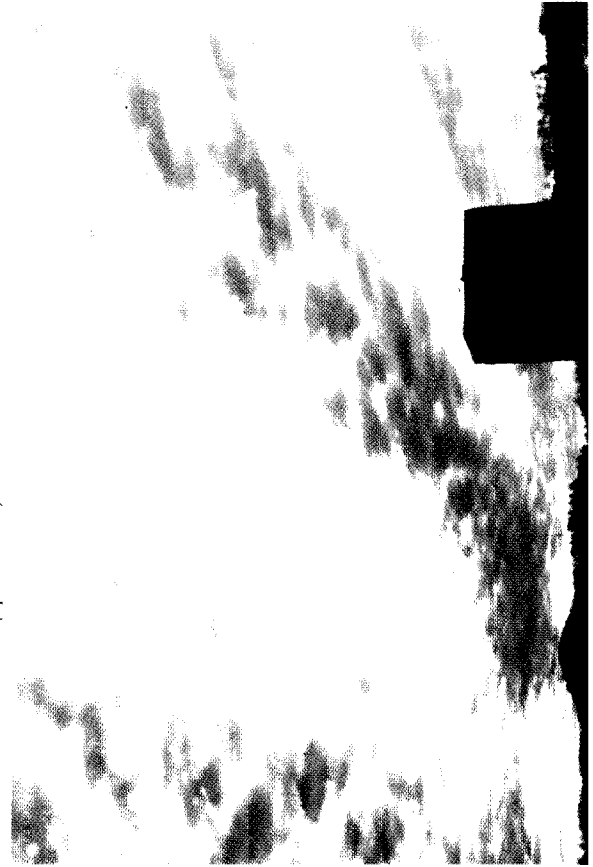
Рис. LAND-L-18 (фото 14)



Рис. LAND-L-19 (фото 15)



Рис. LAND-L-20 (фото 16)



Источник: Уэйн М. Фаас и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАОА)

Рис. LAND-L-18 (фото 14)

**Перисто-слоистые:** высокие облака, светло-серые или белые, часто тонкие, так, что через них можно видеть солнце или луну. Обычно покрывают большую часть неба.

Рис. LAND-L-17 (фото 13)

**Высококучевые:** облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с прозрачными между отдельными облаками.

Рис. LAND-L-20 (фото 16)

**Высококучевые:** облака средней высоты, рыхлые, разорванные на вид, обычно с прозрачными между отдельными облаками.

Рис. LAND-L-19 (фото 15)

**Перисто-слоистые:** высокие облака, светло-серые или белые, часто тонкие, так, что через них можно видеть солнце или луну. Обычно покрывают большую часть неба.

Рис. LAND-L-21 (фото 17)

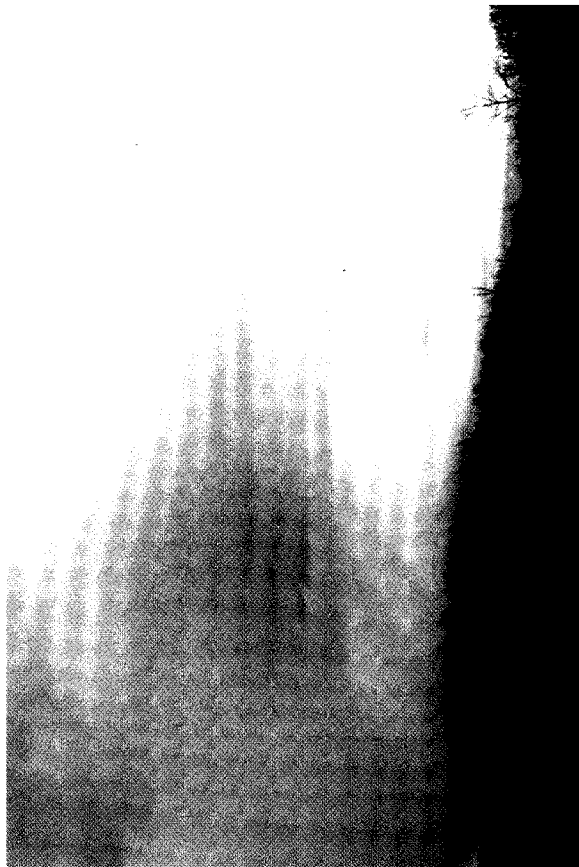


Рис. LAND-L-22 (фото 18)



Рис. LAND-L-23 (фото 19)



Рис. LAND-L-24 (фото 20)



Источник: Уэйн М. Фасс и Грант Гудж (Национальный центр климатических данных, НАСА)



Рис. LAND-L-22 (фото 18)

**Кучевье**: низкие облака, рыхлые на вид, напоминают вату, воздущную кучурузу или цветную капусту.

Рис. LAND-L-21 (фото 17)

**Слоистодождевые**: облака низкой и средней высоты, темно-серые, с пучками из них осадками. Их основанця размыты и трудно определены из-за выпадающих осадков.

Рис. LAND-L-24 (фото 20)

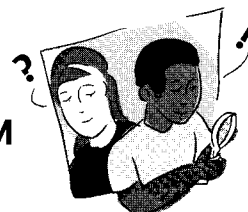
**Слоистодождевые**: облака низкой и средней высоты, темно-серые, с пучками из них осадками. Их основанця размыты и трудно определены из-за выпадающих осадков.

Рис. LAND-L-23 (фото 19)

**Высокочучевые**: облака средней высоты, рыхлые, разорваные на вид, обычно с пространством между отдельными облаками.

# Одиссея глаз

Для учащихся с начальным уровнем подготовки



## **Предназначение занятия**

Ознакомление учащихся с концепцией создания моделей в применении к методам дистанционного наблюдения.

## **Обзор**

В ходе занятия «Одиссея глаз», учащиеся создают трехмерную модель участка земной поверхности и разрабатывают систему классификации для объектов наземного покрова, представленных в этой модели. Учащиеся используют свои глаза в качестве дистанционного прибора, обозревая модель с различной высоты. Расстояние до модели меняется от очень близкого до удаленного на расстояние орбиты спутника Земли. Для каждого из этих случаев учащиеся составляют карту наблюдаемого изображения. Эти карты будут затем использованы для ответа на определенные вопросы об окружающей среде.

## **Продолжительность занятия**

Три-четыре классных занятия.

## **Уровень подготовки учащихся**

Начальный.

## **Важнейшие концепции**

Карта является символическим отображением определенного участка земной поверхности.

Поле зрения - это размер участка, который видят ваши глаза или объектив камеры.

Поле зрения возрастает по мере удаления ваших глаз или объектива камеры от уровня земной поверхности.

## **Навыки**

Моделирование ландшафта.

Изображение ландшафта с различных точек зрения.

## **Приборы и материалы**

Картонные трубки от рулонов бумажных полотенец или туалетной бумаги.

Различные объекты для изготовления модели (раздаются преподавателем или приносятся учащимися).

Клей.

Липкая лента.

Линейка.

## **Подготовка**

Приготовьте все необходимые материалы до того, как начинать сооружение модели.

## **Предварительные условия**

Учащиеся должны иметь основное понятие о картах и моделях, включая легенды и символы на картах.

**Примечание:** в данном занятии используются концепции, сходные с изложенными в пунктах 8, 9 и 10 учебного занятия «Относительные и абсолютные направления» в руководстве «Исследования с помощью GPS».

## **Предпосылки**

Карта является наиболее обычной моделью изображения земной поверхности. Концепции картографирования и создания моделей имеют важное значение для понимания учащимися практических работ, относящихся к методам дистанционного наблюдения. Так, например, спутниковые изображения, которые учащиеся анализируют при выполнении этих практических работ, представляют собой модели поверхности Земли, сделанные из космоса.

По мере того, как спутник вращается вокруг Земли, он создает изображения с помощью датчика, который чувствителен к определенному набору различных длин волн электромагнитного спектра. Одна из основных областей спектра, на которые реагирует датчик - тепловое излучение.

Датчик регистрирует количество тепла, излучаемого объектами и создает изображение в соответствии с различным уровнем излучения. На данном занятии сами учащиеся будут выступать в роли дистанционных датчиков, улавливающих тепловое излучение.

Хотя учащиеся могут и не осознавать это, они на деле имеют немалый опыт в области методов дистанционного наблюдения. Каждый раз, когда они наблюдают какой-либо объект, не дотрагиваясь до него, они используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи как приборы для дистанционного наблюдения этого объекта. Мы можем думать, что дистанционные наблюдения осуществляются только спутниками Земли, однако, существует много других приборов, которые используются для дистанционного наблюдения объектов. Ваши учащиеся,



возможно, имеют опыт работы с фотоаппаратом или микроскопом. Оба эти инструмента дают нам информацию, которую мы не могли бы приобрести при наблюдении объектов с помощью наших природных, ограниченных органов чувств.

Спутниковые изображения, которые учащиеся будут использовать при выполнении практических работ, состоят из мелких квадратов, каждый из которых содержит информацию о наземном покрове определенного участка земной поверхности. Такие фотографии называются цифровыми. Мелкие квадраты, из которых состоит цифровое изображение, называются пикселями. На одних изображениях каждый пиксел может соответствовать крупному участку поверхности, тогда как на других - небольшому участку.

Ученые, исследующие наземный покров, используют различные дистанционные данные, полученные путем аэрофотосъемки и съемками со спутников, в зависимости от задач их исследований. Ученые, работающие по программе GLOBE, заинтересованы в анализе спутниковых изображений с целью определения типов наземного покрова и изменений в использовании земли с течением времени.

В практической работе, посвященной методам дистанционного наблюдения, мы создаем тематическую карту участка 15 x 15 км, с вашей школой в центре этого участка. Информация на изображении, которое будет вам предоставлено, будет получена методами дистанционного наблюдения с помощью спутника. Ваши учащиеся будут проводить классификацию наземного покрова по типам с использованием компьютера, а также проведут наземное подтверждение итогового изображения. Для ясного понимания того, откуда берется эта информация и какое она имеет значение, важно, чтобы учащиеся понимали принципы создания моделей и методов дистанционного наблюдения.

### Дополнительная литература

S. Jenkins [С. Дженкинс] (1995). *Looking Down* [Глядя вниз]. Hutton Houghton Mifflin, NY. 0-395-72665-4

R. Lindberg [Р. Линдберг] (1995). *View from the Air* [Вид с воздуха]. Viking, NY. 0-670-84660-0

B. McMillan [Б. МакМиллан] (1995). *Mouse Views* [Как это видит мышь]. Holiday House, NY. 0-8234-1132-x

## Порядок проведения занятия

### Часть 1. Сооружение и наблюдение модели

1. Учащиеся разбиваются на группы и составляют план сооружения модели участка земной поверхности (реального или воображаемого). Часто в качестве такого участка используется школьный двор, однако выбор должен быть сделан самими учащимися. Они должны составить список материалов, необходимых для сооружения модели и нарисовать ее схему. См. регистрационную форму для занятия «Одиссея глаз», помещенную за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».
2. Учащимся потребуется еще два-три классных занятия для сооружения модели.
3. Изготовив модель, учащиеся должны провести наблюдение этой модели с помощью картонных трубок с четырех различных расстояний. Таким образом, учащиеся получают возможность наблюдать изменения в разрешении и в поле зрения. Попросите учащихся внести свои наблюдения в форму для наблюдений при выполнении занятия «Одиссея глаз», помещенной за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».
  - а. «Как это видит мышь» - модель наблюдается в непосредственной близости от ее поверхности. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.
  - б. «Как это видит пчела» - модель наблюдается в 10 см над ее поверхностью. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.
  - в. «Как это видит птица» - модель наблюдается с высоты стола. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.
  - г. «Вид со спутника» - модель наблюдается из окна второго этажа или с лестничной площадки. Нарисуйте соответствующую карту и дайте ей название.



## Вопросы для обсуждения

1. Имеются ли видимые различия между картами «Как это видит пчела» и «Как это видит мышь»? Каковы они?  
**Примечание:** учащиеся младшего возраста начальной школы зачастую испытывают затруднения в понимании концепции «взгляд сверху». В этом случае может потребоваться дополнительное время. Выше приведен список дополнительной литературы.
2. Сравните ваши рисунки. Какой масштаб был бы наиболее пригоден, если бы вы:
  - а. были орлом, который хочет поймать мышь?
  - б. выбирали место для постройки торгового центра?
  - в. искали следы животных?
  - г. исследовали влияние вырубки или посадки лесов?
  - д. искали в лесу заблудившегося ребенка?
  - е. определяли, насколько лес в вашей местности пострадал от загрязнения?
  - ж. искали потерянную булавку?
3. Каковы преимущества использования спутников для наблюдения Земли? Есть ли у этого подхода какие-либо недостатки?

## Часть 2. Создание карты модели с использованием символов

1. Предложите учащимся выбрать символ для изображения каждого объекта наземного покрова (дороги, скалы, оборудование площадки для игр, пруд, река, трава, дома, и т.д.). Перечислите эти объекты наземного покрова и соответствующие им символы на рабочем листе ввода данных карты к использованию символов для занятия «Одиссея глаз», помещенном за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».

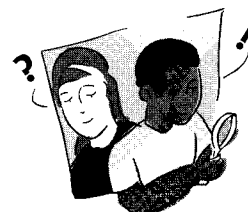
2. Используйте символы для создания карты участка. Нарисуйте эту карту на листе ввода данных карты к использованию символов для занятия «Одиссея глаз», помещенном за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки».
3. Группы учащихся обмениваются своими картами, составленными с использованием символов, расшифровывают их и придумывают рассказ о событии, которое могло произойти в изображенной местности.

## Вопросы для обсуждения

1. Если бы вас попросили сделать карту места, где вы живете, что бы вы предпочли нарисовать - карту, изображающую предметы, как они есть в действительности, или карту с использованием символов?
2. Проведите исследование того, какие бывают типы карт, и каково предназначение каждого типа.

# Одиссея глаз

Для учащихся со средним уровнем подготовки



## Предназначение занятия

Дальнейшее ознакомление учащихся с концепцией создания моделей в применении к методам дистанционного наблюдения и ознакомление их с процессом создания цифровых изображений, подобных тем, которые создаются спутниковыми приборами дистанционного наблюдения.

## Обзор

В ходе занятия «Одиссея глаз» для учащихся со средним уровнем подготовки учащиеся работают с картой, составленной с использованием символов в ходе занятия на начальном уровне, для создания цифрового фотографического изображения, аналогичного тому, которое создается спутниковыми приборами дистанционного наблюдения. В ходе этого занятия учащиеся поймут, почему для создания учеными точных моделей систем Земли необходимо наземное подтверждение дистанционных данных.

## Продолжительность занятия

Три-четыре классных занятия.

## Уровень подготовки учащихся

Средний.

## Важнейшие концепции

Объекты в дистанционном изображении преобразуются в цифровой код, основанный на отражении данным объектом световых волн различной длины.

Закодированное изображение передается через антенну спутника на компьютер для хранения или улучшения.

Визуальное изображение получается путем преобразования цифровых данных, хранящихся в компьютере, в изображение с цветовыми кодами по заказу пользователя.

## Навыки

Наблюдение изображения.

Интерпретация изображения.

Классификация изображения.

Создание цифрового варианта изображения.

Создание изображения в цвете.

**Примечание:** в данном занятии используются концепции, сходные с теми, которые изложены в пунктах 8, 9 и 10 учебного занятия «Относительные и абсолютные направления» в руководстве «Исследования с помощью GPS».

## Приборы и материалы

Разграфленная бумага.

Карандаши.

Транспарант из прозрачного пластика с сеткой координат.

Рисунок с изображением медведя-панды.

Цветные карандаши.

## Подготовка

Приготовьте все необходимые материалы.

Продемонстрируйте учащимся процесс создания цифрового варианта изображения прежде, чем они начнут работать самостоятельно, разделившись на пары.

## Предварительные условия

Учащиеся должны иметь понятие о процессе, посредством которого спутники получают дистанционную информацию и передают ее на компьютер.

Для данного занятия необходимо предварительно провести занятие для учащихся с начальным уровнем подготовки.

## Порядок проведения занятия

### Часть 1. Как создается цифровое изображение

Учащиеся получают представление о том, каким образом осуществляется коммуникация между спутниками и компьютерами. Один учащийся изображает спутник, а другой - компьютер. Используя черно-белое изображение, спутник сканирует его, переводя изображение в цифровой код. Компьютер снова переводит этот код в изображение.

1. Учащиеся делятся на пары. Один учащийся изображает спутник, а другой - компьютер. Учащийся, изображающий спутник, помещает транспарант из прозрачного пластика с координатной сеткой поверх рисунка медведя-панды и приступает к сканированию изображения последовательно по квадратам, начиная с левого верхнего угла рисунка. Учащийся, изображающий спутник, произносит цифровой код для каждого квадрата, так, чтобы учащийся, изображающий компьютер, мог услышать и записать этот код.
2. Учащийся, изображающий спутник, должен интерпретировать каждый квадрат изображения в соответствии со следующими указаниями.
  - Если квадрат имеет полностью белый цвет, «спутник» интерпретирует его как код «1», и «компьютер» записывает эту цифру.
  - Если квадрат имеет полностью черный цвет, «спутник» интерпретирует его как код «2», и «компьютер» записывает эту цифру.
  - Если квадрат не является ни полностью белым, ни полностью черным, «спутник» должен принять решение о выборе наиболее приемлемого кода, выбрав между «1» и «2». «Спутник» сообщает этот код «компьютеру», который записывает цифру.
  - «Спутник» обозначает начало и конец каждого сканирования кодом «0».
3. Учащийся, изображающий компьютер, с помощью карандаша переводит цифровой код на

разграфленную бумагу, создавая таким образом спутниковое изображение.

**Примечание:** см. пример цифрового кода, приведенный в разделе данного упражнения для учащихся с высоким уровнем подготовки. Для дополнительной практики могут быть использованы изображения, нарисованные самими учащимися и координатные сетки различного размера.

### Часть 2. Создание цифровой карты

1. Раздайте по группам транспаранты из прозрачного пластика с координатной сеткой. Попросите учащихся поместить этот транспарант поверх карты с использованием символов, которая была создана ими при выполнении упражнения для учащихся с начальным уровнем подготовки. Теперь они должны создать цветовой и цифровой коды для объектов наземного покрова. Данные должны быть занесены в рабочий лист ввода цифровых данных занятия «Одиссея глаз», (помещенный за разделом «Одиссея глаз: для учащихся с высоким уровнем подготовки»)
2. Придайте каждому объекту наземного покрова на вашей карте с использованием символов цвет и номер. Запишите эти данные на рабочий лист ввода цифровых

Например :	Строения	1	Голубой
	Деревья	2	Зеленый

данных.

3. Просканируйте каждую строчку карты с использованием символов, обозначая каждый квадрат номером. Занесите эти номера в таблицу на рабочем листе. Начинайте и завершайте сканирование каждой строчки с цифры «0». Для дальнейшей информации просмотрите снова первую часть данного занятия. Вы создали цифровой код для вашей карты с использованием символов.



- Используя цифровой код, выберите соответствующие цвета и изобразите карту в цвете как цифровое изображение на листе разграфленной бумаги.

### **Вопросы для обсуждения**

- Насколько отличаются пропорции типов наземного покрова от пропорций на карте с использованием символов?
- Насколько отличаются пропорции типов наземного покрова от пропорций исходной моделью?
- Сравните и продемонстрируйте различия карт, созданных разными группами учащихся.

Почему вы считаете, что эти карты точны?

Что происходит с типами наземного покрова, занимающими небольшую площадь, когда вы рисуете карту с использованием символов или создаете цифровое изображение?

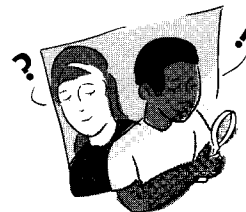
В связи с этими изменениями, насколько различаются типы наземного покрова и занимаемые ими площади, которые вы наблюдаете в итоге?

**Примечание:** в ряде практических работ вам предлагается провести наземное подтверждение данных. Оно состоит в проверке реального наличия объектов на поверхности земли по сравнению с спутниковым изображением или с моделью.



# Одиссея глаз

## Для учащихся с высоким уровнем подготовки



### **Предназначение занятия**

Дальнейшее ознакомление учащихся с концепцией создания моделей в применении к методам дистанционного наблюдения.

### **Предназначение занятия на высоком уровне подготовки**

В ходе занятия «Одиссея глаз» для учащихся с высоким уровнем подготовки учащиеся обмениваются цифровыми вариантами созданных ими карт с учащимися другой школы или другого класса. Каждая группа учащихся воссоздает типы наземного покрова исходного изображения.

### **Обзор**

Проведение занятия «Одиссея глаз» для учащихся с высоким уровнем подготовки демонстрирует процесс передачи информации со спутниковых датчиков на компьютер. Учащиеся переводят свои карты в цифровой код и посылают их в другой класс для перевода в цветовую карту. На этом этапе учащиеся должны уже иметь четкое понимание связи между методами дистанционного наблюдения, изображениями, которые создает компьютер, и оценкой наземного покрова.

### **Продолжительность занятия**

Три-четыре классных занятия.

### **Уровень подготовки учащихся**

Высокий.

### **Важнейшие концепции**

Дистанционное изображение объектов преобразуется в цифровой код, основанный на отражении данным объектом световых волн различной длины.

Закодированное изображение передается через антенну спутника на компьютер для хранения или улучшения.

Визуальное изображение получается путем преобразования цифровых данных, хранящихся в компьютере, в изображение с цветовыми кодами по заказу пользователя.

### **Навыки**

*Наблюдение изображения.*

*Интерпретация изображения.*

*Классификация изображения.*

*Интерпретация цветовых кодов для создания изображения.*

**Примечание:** в данном занятии используются концепции, сходные с теми, которые изложены в пунктах 8, 9 и 10 учебного занятия «Относительные и абсолютные направления» в разделе «Исследования с помощью GPS».

### **Приборы и материалы**

Доступ к сети «Интернет» (не обязательно).

Разграфленная бумага.

Цветные карандаши.

Цифровая карта, созданная в ходе выполнения второй части занятия «Одиссея глаз: для учащихся с начальным уровнем подготовки».

Владение компьютером.

### **Подготовка**

Приготовьте необходимые материалы.

Учащиеся должны обменяться цифровыми вариантами созданных ими карт с учащимися другой школы или другого класса, поэтому необходимо заранее договориться об этом с другим классом или школой.

### **Предварительные условия**

Учащиеся должны иметь понятие о процессе, посредством которого спутники получают дистанционную информацию и передают ее на компьютер.

Для проведения данного занятия необходимо предварительно провести занятие для учащихся с начальным уровнем подготовки.

Учащиеся должны также предварительно закончить упражнение для учащихся со средним уровнем подготовки.



### Порядок проведения занятия

1. В ходе занятия «Одиссея глаз: для учащихся со средним уровнем подготовки» учащиеся преобразовали карты своих моделей в цифровой код. Введите этот код в компьютер. Используйте цифру «0» для обозначения начала и конца каждой строки. Печатайте строки подряд в таком формате, чтобы контуры карты не были заметны в напечатанном коде.

пример:

```
011112200111133002464340024644400255655004444444001111220011113300111133001
11122001111330011113300246434002464440025565500444444400111122001111330024643
4002464440025565500246434002464440025565500444444400111122002556550044444440011
122001111330011113300111220011113300111330024643400246444002556550044444440011122
```

2. Включите в свое письмо ключ для перевода цифрового кода в цвета (См. рабочий лист ввода цифровых данных, заполненный в ходе занятия «Одиссея глаз: для учащихся со средним уровнем подготовки»).

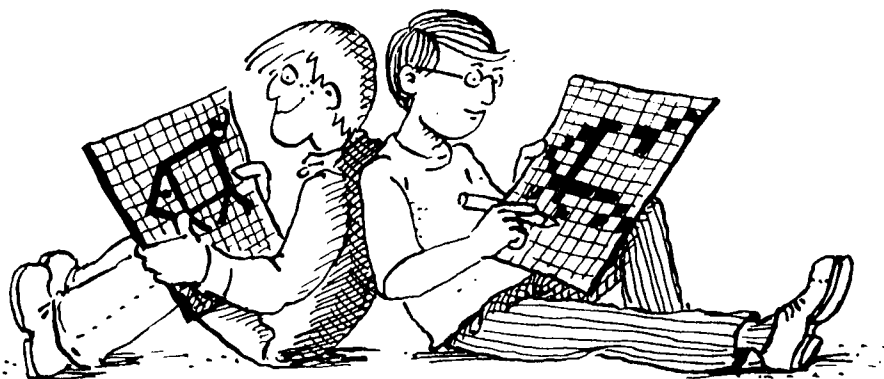
Пример:

- 1 Фиолетовый
  - 2 Темно-синий
  - 3 Зеленый
  - 4 Желтый
  - 5 Оранжевый
  - 6 Красный
3. Учащиеся другого класса или школы, получив ваш код, переведут его в цветовую карту, создав таким образом изображение в ложных цветах. Законченные карты возвращаются в вашу школу для сверки.

**Примечание:** такой обмен может быть произведен по сети Интернет или путем обмена компьютерными дисками между школами или классами, либо путем обмена письмами.

### Вопросы для обсуждения

1. Какой доминирующий тип наземного покрова присутствует на полученном вами изображении в ложных цветах? К какому региону, по вашему мнению, может принадлежать такая местность?
2. Можете ли вы схематически воспроизвести карту или модель этой местности?



Источник: Jan Smolik, 1996, TEREZA, Общество экологического образования, Чешская Республика)

Табл. LAND-L-11. Регистрационная форма - Одиссея глаз

Одиссея глаз

Участники группы:

Дата:

## Регистрационная форма

---

Описание и диаграмма предложенной модели

---

Необходимые материалы:

---

---

---

---

---

---

---

Источник:

---

---

---

---

---

---

---

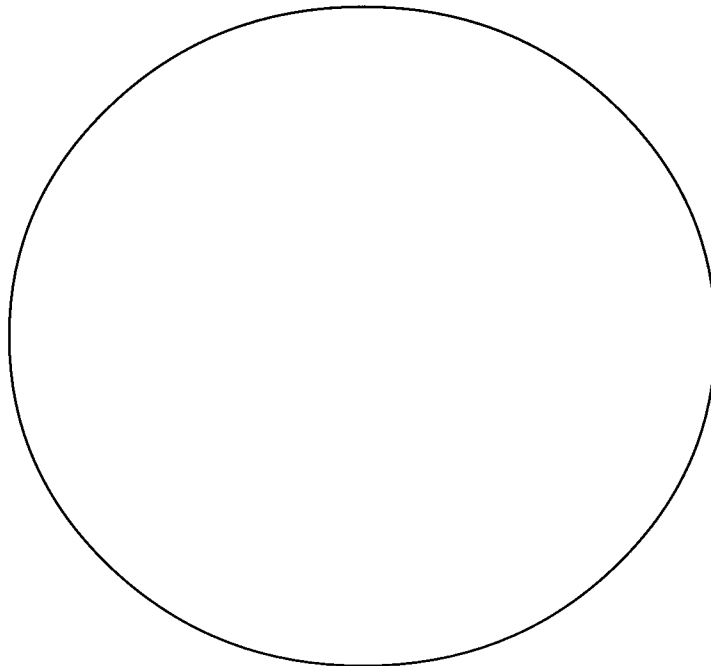
Рис. LAND-L-25. Наблюдения модели - Одиссея глаз

Одиссея глаз

ИМЯ:

ДАТА:

**Наблюдения модели**



**Вид с самолета**

**Вид со спутника**

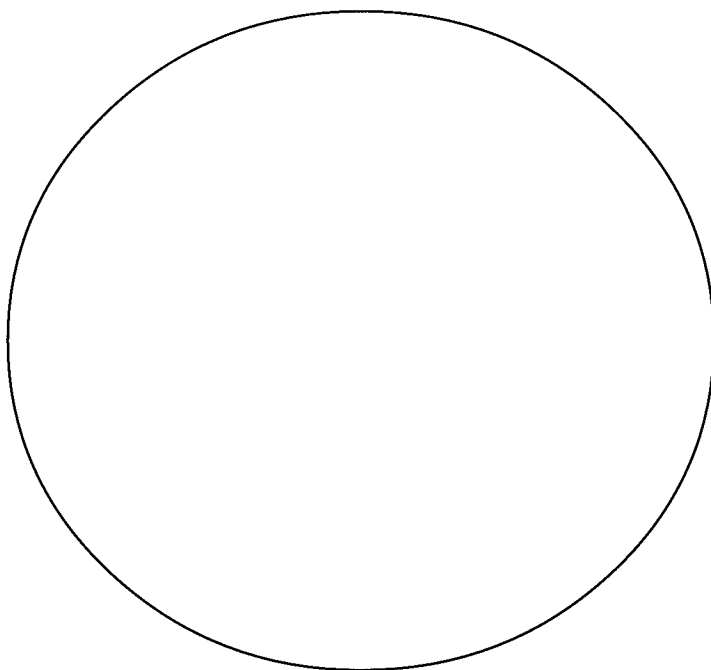


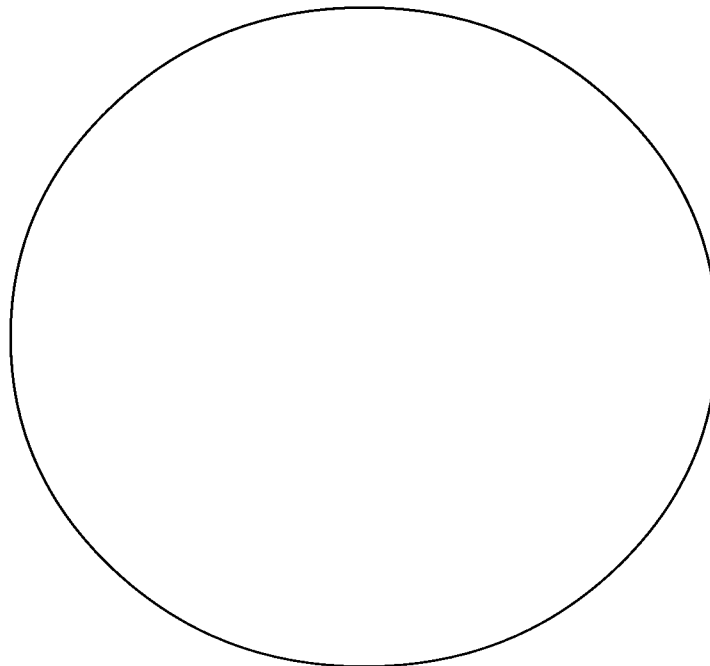
Рис. LAND-L-26. Наблюдения модели - Одиссея глаз

Одиссея глаз

ИМЯ:

ДАТА:

**Наблюдения модели**



**Как это видит пчела**

**Как это видит птица**

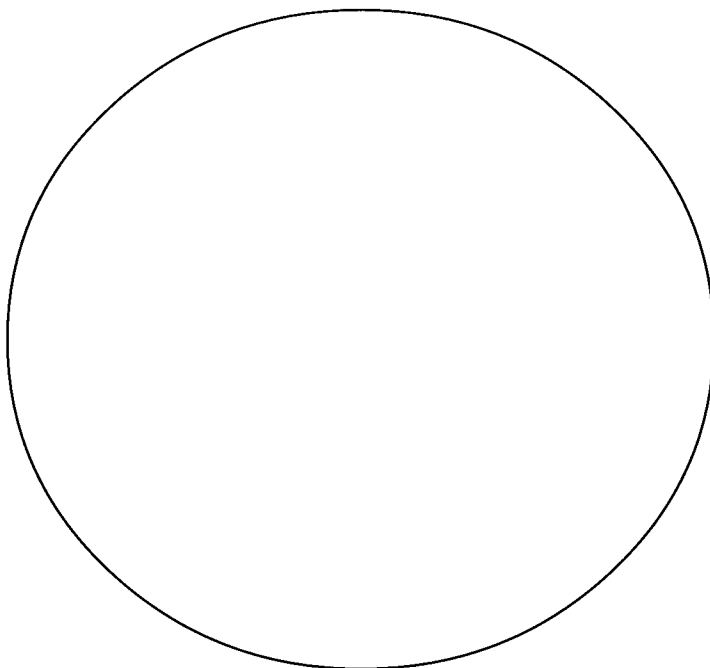


Табл. LAND-L-12. Рабочий лист ввода данных карты с использованием символов - Одиссея глаз

Одиссея глаз

ИМЯ:

ДАТА:

## Рабочий лист ввода данных карты с использованием символов

---

### КЛЮЧ К ТИПАМ НАЗЕМНОГО ПОКРОВА

Объекты наземного покрова

Дороги  
Деревья

Символ

Крестики  
Квадраты

- 1.
- 2.
- 3.
- 4.
- 5.
- 6.
- 7.

---

### КАРТА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ СИМВОЛОВ

---

Включите размеры модели в сантиметрах (длина и ширина)



Рис. LAND-L-27. Координатная сетка - Одиссея глаз

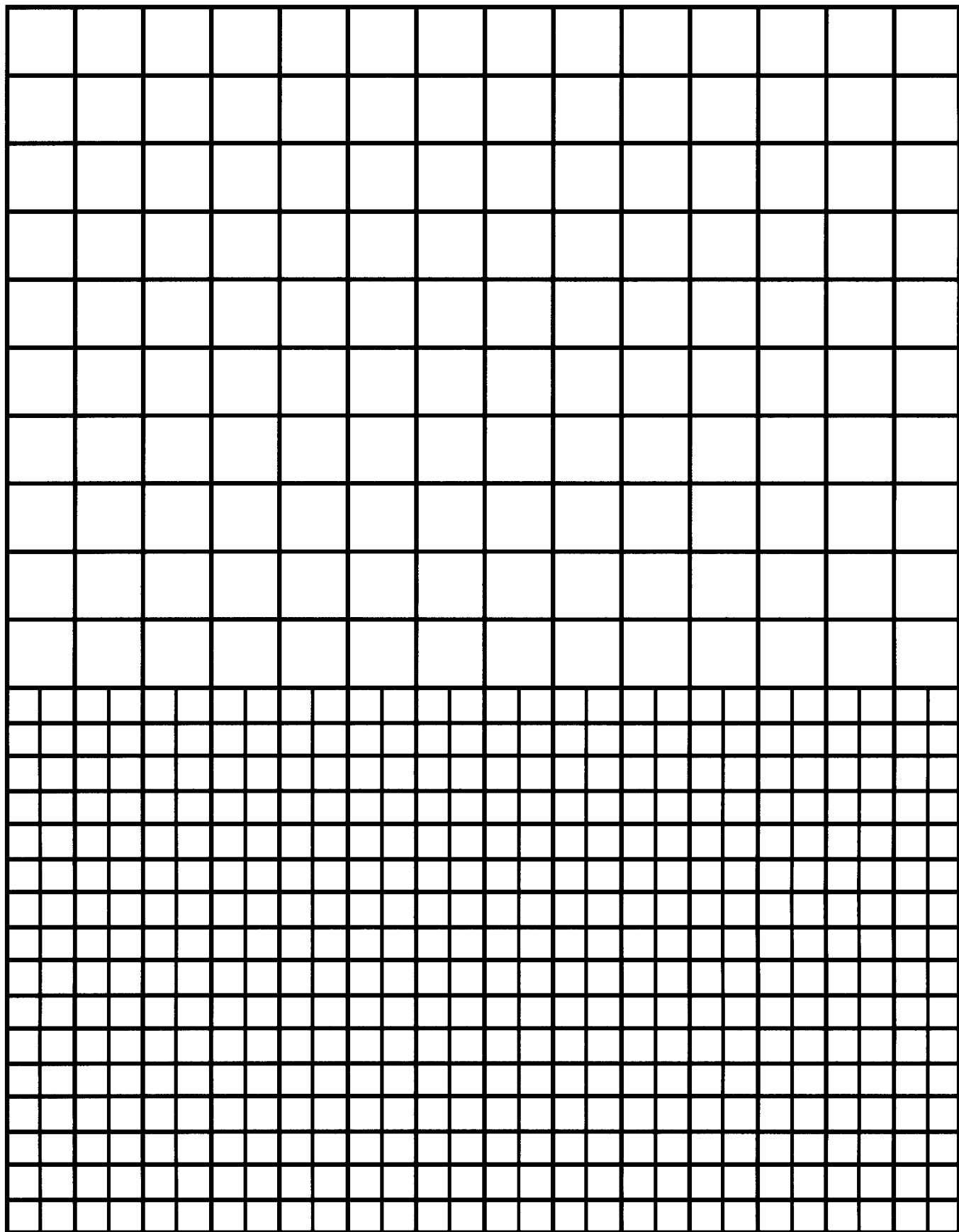
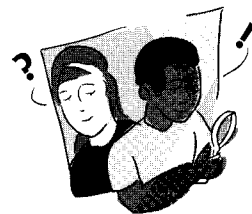


Рис. LAND-L-28. Игрушечный медведь - Одиссея глаз





# Осторожно, горячо!



## Для учащихся с начальным уровнем подготовки

### **Предназначение занятия**

Ознакомление учащихся с концепциями дистанционного наблюдения и изображения в условных цветах. Учащиеся создают карту на основании температурных данных, используя свои руки как температурные датчики. Задачей учащихся в ходе данного занятия является определить место в пределах заданного участка, где кубик льда растает быстрее всего, и место, где кубик льда растает медленнее, чем в других местах.

### **Обзор**

Спутник, обращаясь вокруг Земли, делает снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины. Один из основных районов спектра, на которые реагирует прибор-тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами, и создает изображение, соответствующее различной степени излучения. На данном занятии учащиеся будут выступать в роли датчиков, регистрирующих тепловое излучение, исследуя выбранный участок с различными формами наземного покрова. Учащиеся занесут различные характеристики на карту местности, подобно тому, как это делает спутник. По завершении этого занятия учащиеся получают тепловую карту данной местности.

### **Продолжительность занятия**

Три-пять классных занятия.

### **Уровень подготовки учащихся**

Начальный.

### **Предварительные условия**

Полезно иметь навык рисования схем в полевых условиях.

Упражнение должно выполняться в солнечный день.

### **Важнейшие концепции**

При обращении вокруг Земли спутники делают снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины.

Одна из основных областей спектра, на которые реагирует прибор, - тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами и создает изображение в соответствии с различной степенью излучения.

Когда учащиеся проводят наблюдения, не дотрагиваясь до объектов, они фактически используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи для дистанционного наблюдения за объектом.

### **Навыки**

*Наблюдение* определенной местности.

*Прогнозирование* места в пределах заданного участка, где кубик льда растает быстрее всего.

*Проверка* своего прогноза.

*Сравнение* различных местностей по уровню теплового излучения.

*Картографирование* теплового изображения.

### **Приборы и материалы**

Линейка.

Чистая бумага.

Веревка или тесьма.

Призма (не обязательно).

### **Подготовка**

Приготовьте в классе ведра с горячей водой, лед в кубиках, полотенца.

Каждый кубик льда изготавливается из двух чайных ложек воды.

С помощью веревки обозначьте участок площадью примерно 5-10 квадратных метров, который содержит различные формы наземного покрова, например, участок может включать асфальт, траву и голую почву.

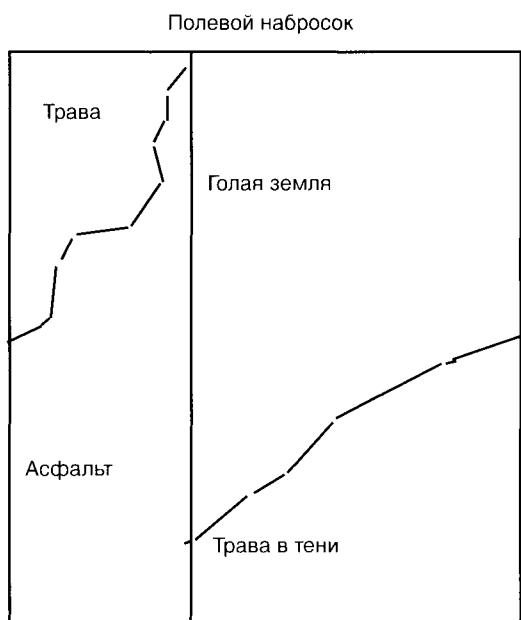


## Порядок проведения занятия

1. Учащиеся разбиваются на пары. Объясните учащимся, что через несколько дней их попросят выйти на улицу с кубиком льда. Они должны будут либо найти место, где кубик льда растает быстрее всего, либо место, где, по их мнению, кубик льда будет лучше всего защищен от таяния.
2. До того, как исследовать местность, преподаватель демонстрирует от трех до шести примеров в классе (миска со льдом; ведро с горячей водой; теплое полотенце; участок пола, покрытого кафельной плиткой). Учащиеся помещают руки ладонями вниз возле каждого объекта для определения его температуры (ладони не должны дотрагиваться до объекта, так как они являются дистанционными датчиками). Могут ли они с закрытыми глазами определить различие между объектами?
3. Следующая часть занятия проводится на улице в пределах ограниченного или обозначенного веревкой участка площадью примерно 5-10 квадратных метров. Учащиеся рисуют полевую схему участка. На другом листе бумаги учащиеся должны перечислить типы наземного покрова, которые они наблюдают на участке. Они должны также нарисовать прямоугольник со стороной 12 дюймов (длина линейки) для перечисления типов наземного покрова. Преподаватель предлагает классу составить список (или нарисовать в форме перечня) не более шести различных типов наземного покрова, наблюдаемых на участке. Примеры могут включать камни, асфальт, гравий, стриженую траву, высокую траву, траву в тени, песок. На полевой схеме учащиеся должны записать название проекта, дату, время, местоположение, направления

- компаса, погодные условия и имена членов команды.
4. Учащиеся возвращаются в то же место на следующий день со списком типов наземного покрова, и используют свои руки, как они это делали на подготовительном занятии в классе, для измерения относительной температуры каждого из типов наземного покрова. Эту информацию они записывают рядом с перечнем типов покрова, стараясь расположить элементы перечня в порядке от самого горячего до самого холодного.
  5. Вернувшись в класс, учащиеся делят на квадраты цветной прямоугольник, изображенный на бланке, представляющем собой ключ, в соответствии с числом типов наземного покрова, которые они наблюдали и перечисляли на местности (см. образец бланка записи). Преподаватель руководит обсуждением того, какие цвета должны быть использованы для того, чтобы обозначить классы от самого горячего до самого холодного. При наличии призмы рекомендуется исследовать различаемые призмой цвета солнечного спектра и использовать эти цвета для цветовой последовательности. Преподаватель записывает последовательность цветов, которая используется классом. Эта последовательность применяется для цветового обозначения отдельных квадратов в пределах прямоугольника. (Этот прямоугольник является ключом теплового изображения в ложных цветах). Пользуясь такой таблицей, учащиеся затем заканчивают выполнение цветного изображения на своих картах (в ложных цветах), раскрашивая разным цветом типы наземного покрова в соответствии с информацией на температурной шкале.
  6. Готовясь к этой части занятия, преподаватель замораживает кубики льда, используя две чайных ложки воды на каждый кубик. Непосредственно перед началом занятия кубики льда вынимаются

Рис. LAND-L-29. Образец записи в поле



Ключ

Наземный покров	Цвет
Камни	
Гравий	
Скошенная трава	
Трава в тени	
Песок	
Асфальт	

из морозильника, заворачиваются в алюминиевую фольгу и помещаются в ящик с теплоизолирующими стенками. Бросается монета, чтобы предельно, какую задачу будет решать каждая пара учащихся - растопить кубик льда быстрее всего, или найти место, где он будет защищен от таяния. Каждая пара учащихся сверяется со своей картой и выбирает место, наиболее соответствующее их задаче. Класс выходит на улицу и каждая пара берет кубик льда (завернутый в фольгу). Учащиеся находят необходимое место с соответствующим типом наземного покрова и по сигналу преподавателя кладут кубик льда (без фольги) на поверхность. После того, как преподаватель даст сигнал к началу опыта он начинает отсчет времени. Когда кубик льда растает, учащиеся сообщают преподавателю, что их

опыт закончен, а преподаватель сообщает им время, которое они записывают. Кроме того, учащиеся записывают место проведения опыта.

- Преподаватель составляет таблицу, подобно приведенной ниже, в которой учащиеся представляют свои результаты. Преподаватель записывает, какой опыт занял наименьшее количество времени и затем предлагает учащимся, чей опыт занял (например) от 1 часа до 1 часа 29 минут, поместить свои результаты в таблицу. Процедура повторяется до тех пор, пока в таблицу не будут введены все результаты. Затем в классе проводится обсуждение данных, и создается новая карта по данным датчиков теплового излучения, показывающая конкретные результаты опыта с кубиками льда. (Эта новая карта будет необходима для дальнейших занятий по данной теме).

Рис. LAND-L-30. Осторожно, горячо! Таблица данных

Группа					
Время (мин.)	:00-:29	:30-:59	1:00-1:29	1:30-1:59	2:00-2:29

**Благодарность.** Это занятие заимствовано с изменениями из упражнения *Making an Icy Decision* («Принятие ледяных решений»), созданного Lou Lambert (Лу Ламберт) для программы *Gaia Crossroads* («Перекрестки Геи»), 1995.

Приветствие

Введение

Практика

**Занятия**

Приложение

*Осторожно, горячо! Начальный уровень*

# Осторожно, горячо!



## Для учащихся со средним уровнем подготовки

### **Предназначение занятия**

Ознакомление учащихся с концепциями дистанционного наблюдения и изображения в ложных цветах, а также демонстрация того, как именно приборы преобразуют температурную информацию в спутниковые фото-графии и компьютерные изображения.

### **Обзор**

Учащиеся используют термометр для измерения количества тепла, излучаемого различными типами наземного покрова, которые были определены в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки.

Учащиеся воссоздают карту температурных данных с использованием цветового кода для обозначения вариаций температуры.

### **Продолжительность занятия**

Два-три классных занятия.

### **Уровень подготовки учащихся**

Средний.

### **Важнейшие концепции**

При обращении вокруг Земли спутники делают снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины.

Одна из основных областей спектра, на которые реагирует прибор, - тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами и создает изображение в соответствии с различной степенью излучения.

Когда учащиеся проводят наблюдения, не дотрагиваясь до объектов, они фактически используют свои глаза,

уши, нос и поверхность кожи для дистанционного наблюдения за объектом.

### **Навыки**

*Наблюдение* определенной местности.

*Измерение* температуры различных типов наземного покрова с помощью термометра.

*Сравнение* различных местностей по уровню теплового излучения.

*Картографирование* теплового изображения.

### **Приборы и материалы**

Линейка.

Чистая бумага.

Веревка или тесьма.

Небольшой термометр.

Плотный бумажный стаканчик.

Проволочная вешалка для одежды.

### **Подготовка**

При помощи веревки обозначьте участок площадью примерно 5-10 квадратных метров, который содержит различные формы наземного покрова. Например, участок может включать асфальт, траву и обнаженную почву.

Соберите аппарат с термометром; однако, если есть достаточно времени, учащиеся могут сами собрать такой аппарат.

### **Предварительные условия**

Занятие для учащихся с начальным уровнем подготовки.

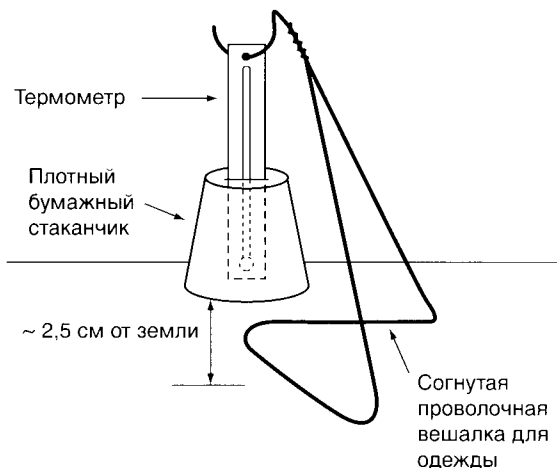
Учащиеся должны уметь пользоваться термометром.



## Порядок проведения занятия

1. Соберите аппарат для измерения инфракрасного излучения как показано на рис. LAND-L-31 «Аппарат с термометром». С помощью этого приспособления можно измерить тепло, излучаемое объектом, а не тепло воздуха, находящегося над объектом. Бумажный стаканчик играет роль барьера для окружающего теплового излучения. Обозначьте классы температур различными цветами, в соответствии со шкалой температур на вашем термометре - например, 0 - 5 - фиолетовый, 6 - 10 - голубой, 11 - 15 - бледно-голубой, и т.д. пока не будет охвачена вся шкала (по Цельсию). Эти данные должны быть введены в рабочий лист записи температуры для занятия «Осторожно, горячо!» (помещенный за разделом «Осторожно, горячо: для учащихся с высоким уровнем подготовки»).
2. Предложите учащимся, используя аппарат с термометром, провести измерение температуры тех же объектов, которые они ранее измеряли своими ладонями на занятии для начинающего уровня. Запишите температуру объекта и соответствующее цветовое

Рис. LAND-L-31. Аппарат с термометром



3. Пары учащихся переходят к обозначенному с помощью веревки участку, который использовался в ходе занятия для начинающего уровня, и измеряют количество теплового излучения, отражаемое каждым типом наземного покрова. Данные регистрируются и каждый тип наземного покрова обозначается цветовым кодом в соответствии со шкалой на рабочем листе для записи температуры для занятия «Осторожно, горячо!»
4. Нарисуйте карту участка. Обозначьте температуру каждого типа наземного покрова и закрасьте контур соответствующим цветом. Учащиеся должны записать на этой карте дату, время, местонахождение участка и направления компаса. Назовите эту карту «Карта участка по данным температурных датчиков».

## Вопросы для обсуждения

1. Сравните карты, составленные в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки, и в данном занятии. В чем заключаются различия между ними?
2. Как изменилось распределение цветов на карте из-за добавления температурного градиента? Увеличилось или уменьшилось общее количество разных цветов?
3. Имеются ли какие-либо участки, которые обозначены тем же цветом на карте по данным датчиков теплового излучения, что и на карте по данным температурных датчиков? Почему это произошло? Если такой случай не представлен на конкретной карте, предложите учащимся обсудить воображаемый вариант, когда это происходит.
4. Насколько близки к реальным температурам измерения,



сделанные в случае, когда учащиеся пользовались только своими руками? «Достоверность показаний прибора» в этом занятии для учащихся с начальным уровнем подготовки определялась чувствительностью рук. Можно ли наблюдать различия в чувствительности рук разных учащихся?



# Осторожно, горячо!

## Для учащихся с высоким уровнем подготовки



### **Предназначение занятия**

Ознакомление учащихся с концепциями дистанционного наблюдения и изображения в ложных цветах. Выбрав конкретный участок местности, учащиеся создают его изображение в ложных цветах. Путем создания двух изображений с различным размером координатной сетки, учащиеся смогут понять принцип различного разрешения изображений.

### **Обзор**

Упражнение «Осторожно, горячо!» для учащихся с высоким уровнем подготовки предназначено для демонстрации того, как воспринимает информацию спутниковый прибор.

Учащиеся изготавливают координатную сетку и используют ее для измерения отраженного теплового излучения наземного покрова, который наблюдается в пределах отдельных квадратов координатной сетки. Конечным продуктом является тепловая карта, созданная в форме набора пикселей.

### **Продолжительность занятия**

Три-четыре классных занятия.

### **Уровень подготовки**

Высокий уровень.

### **Важнейшие концепции**

При обращении вокруг Земли спутники делают снимки с помощью фотоаппарата, который чувствителен к волнам электромагнитного спектра различной длины.

Одна из основных областей спектра, на которые реагирует прибор, - тепловое излучение. Прибор регистрирует количество тепла, которое излучается объектами и создает изображение в соответствии с различной степенью излучения.

Когда учащиеся проводят наблюдения, не

дотрагиваясь до объектов, они фактически используют свои глаза, уши, нос и поверхность кожи для дистанционного наблюдения за объектом.

### **Навыки**

*Наблюдение* определенной местности.

*Измерение* температуры различных типов наземного покрова с помощью термометра.

*Сравнение* различных местностей по уровню теплового излучения.

*Картографирование* теплового изображения.

### **Приборы и материалы**

Линейки.

Шнур.

Липкая лента.

Аппарат с термометром и бумажным стаканчиком, который использовался на занятии для учащихся со средним уровнем подготовки.

### **Подготовка**

Заранее подготовленная координатная сетка может быть использована для демонстрации. См. образец на рабочем листе координатной сетки тепловых измерений для занятия «Осторожно, горячо!».

### **Предварительные условия**

Предварительное занятие для учащихся со средним уровнем подготовки.





## Порядок проведения занятия

### Часть 1

1. Учащиеся разбиваются на группы по трое или четверо и изготавливают большую координатную сетку. Они используют четыре линейки длиной 1 метр каждая, склеивая их липкой лентой, как внешнюю раму. Сетка изготавливается путем приклеивания поперек рамы отрезков шнура через 20-сантиметровые интервалы в длину, а затем через 20-сантиметровые интервалы в ширину (см. диаграмму ниже).
2. Группы учащихся выходят на улицу и находят участок, на котором в пределах одного квадратного метра, представлены различные типы наземного покрова. Примером может служить край заасфальтированного участка, граничащий с травой или песком, камнями, льдом и т.д. Учащиеся рисуют схему участка с обозначениями.
3. Учащиеся помещают свою координатную сетку поверх участка, схему которого они нарисовали. С помощью аппарата с термометром и бумажным стаканчиком, в соответствии с инструкциями, приведенными на занятии для учащихся со средним уровнем подготовки, они измеряют температуру в каждом квадрате координатной сетки. Данные заносятся в рабочий лист координатной сетки тепловых измерений для занятия «Осторожно, горячо!», помещенный в конце данного раздела.
4. По возвращении в класс учащиеся раскрашивают координатную сетку на рабочем листе в соответствии с цветовой шкалой, которая была ими разработана при проведении занятия для учащихся со средним уровнем подготовки. Результатом является карта тепловых измерений, подобная спутниковым изображениям, которые они используют.



### Часть 2

1. Тот же опыт повторяется с более мелкой координатной сеткой (в которой шнур натягивается через каждые 10 см).
2. В чем выражаются изменения на карте при использовании более мелкой координатной сетки? Ученые называют такое изменение изменением в разрешении. По мере того, как разрешение становится выше, на карте может быть отображен больший объем специфической информации. Для различных типов научных исследований применяются методы с различным разрешением.
- 2a. Учащиеся сравнивают оба изображения (полученные с помощью координатной сетки со стороной квадрата 10 см и 20 см).
  - В каком случае легче определить, что изображено на карте?
  - Какая из карт более пригодна для оценки типов наземного покрова на большой площади?
  - Какая из карт более пригодна для оценки типов наземного покрова на небольшой площади?
- 2b. Группы учащихся обмениваются полученными изображениями.
  - Могут ли они определить, где на местности находится изображенный участок?
  - Какие виды наземного покрова могут быть найдены на этом участке?
  - Какая из карт дает лучшее представление о том, что на ней изображено?
- 2c. Учащиеся сравнивают изображения, полученные всеми группами в классе. Затем они обсуждают, какое практическое значение имеют измерения температуры. В качестве продолжения этого занятия они могут провести обзор литературы по различным методам использования данных измерений температуры.

## Что делать дальше

### Прогноз таяния снега

Учащиеся используют составленную карту температурных измерений для прогнозирования таяния снега в конце зимы.

1. Объясните учащимся, что информация об относительных температурах различных типов наземного покрова, которую они получили, может быть использована для прогнозирования таяния снега в их местности. Проведите обзор данных, полученных на занятии по созданию карты температурных данных. Предложите учащимся составить прогноз того, в каких местах весной снег будет таять раньше всего, и запишите высказанные идеи и их обоснование для дальнейшего обсуждения.
2. Разделите команды на группы. Каждая команда будет отвечать за наблюдения за определенным типом наземного покрова в пределах участка, исследованного в ходе занятия по созданию карты температурных данных. По мере приближения весны учащиеся ежедневно посещают выбранную точку и записывают свои наблюдения.
3. Когда снег, покрывающий данный тип наземного покрова, полностью растает, учащиеся сообщают об этом преподавателю. Таким образом регистрируется последовательность освобождения из-под снега различных типов наземного покрова.
4. После того, как эти данные будут зарегистрированы, полученная информация сравнивается с информацией о таянии кубиков льда, полученной в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. В случае наличия несоответствий учащиеся объясняют их возможную причину.

Проведение такого сравнения может быть облегчено путем графического нанесения данных на кальку или транспарант и наложения этого рисунка на исходную карту температурных данных.

Осторожно, горячо!

Имя:

Дата:

## Рабочий лист для данных температуры

Таблица 1

	Пределы	Цвет		Пределы	Цвет
1.			11.		
2.			12.		
3.			13.		
4.			14.		
5.			15.		
6.			16.		
7.			17.		
8.			18.		
9.			19.		
10.			20.		

Таблица 2

	Объект	Температура	Цвет
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

Таблица 3

	Наземный покров	Температура	Цвет
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
6.			

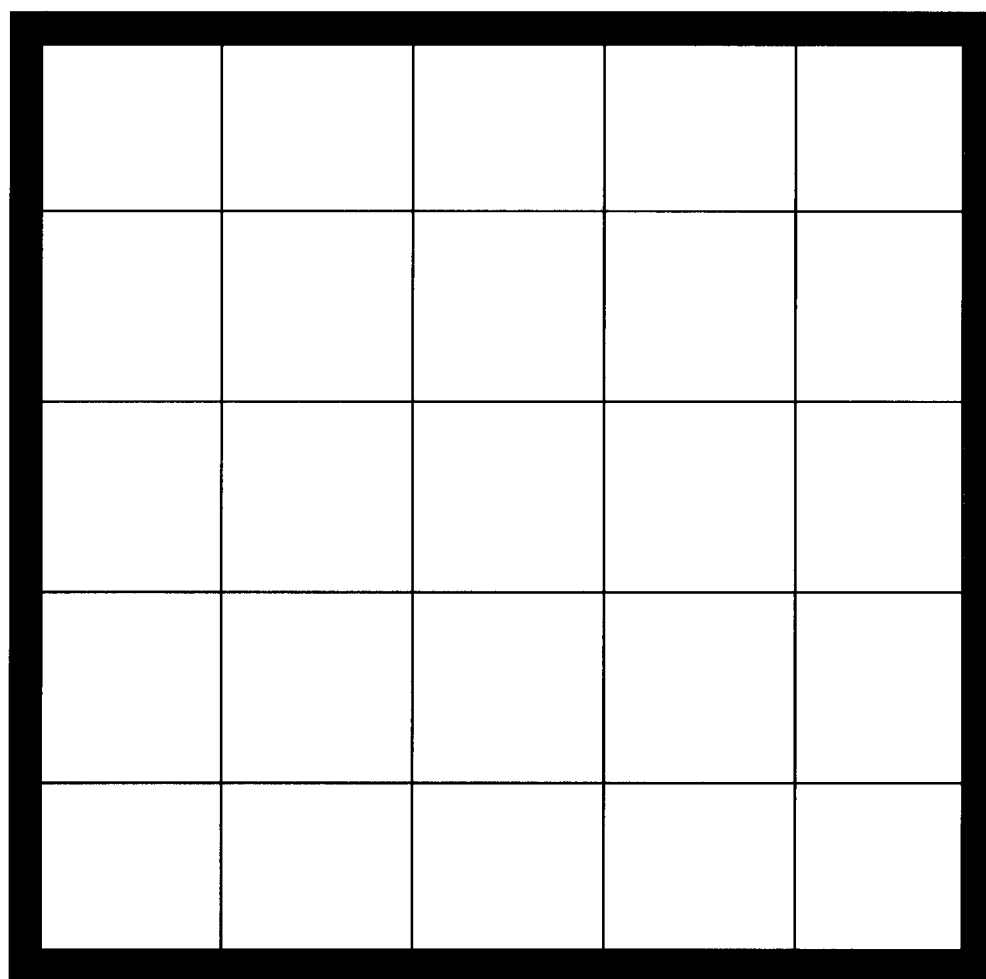
Табл. LAND-L-15. Координатная сетка для данных тепловых датчиков -  
Осторожно, горячо!

Осторожно, горячо!

Название группы:

Дата:

## Координатная сетка для данных тепловых датчиков





## Что делать дальше

### Прогноз прорастания семян

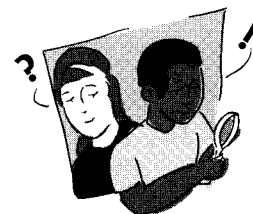
Учащиеся используют составленную карту температурных измерений для прогнозирования прорастания семян весной.



1. Объясните учащимся, что информация об относительных температурах различных типов наземного покрова, которую они получили, может быть использована для прогнозирования того, в каких местах раньше всего появятся всходы семян. Проведите обзор данных, полученных на занятии по составлению карты температурных данных. Предложите учащимся составить прогноз того, в каких местах всходы семян появятся раньше всего, и запишите высказанные идеи и их обоснование для дальнейшего обсуждения.
2. Разделите команды на группы. Каждая команда будет отвечать за определенный тип наземного покрова в пределах участка, исследованного в ходе занятия по созданию карты температурных данных. По мере приближения весны учащиеся ежедневно посещают выбранную точку и записывают свои наблюдения.
3. Когда снег, покрывающий данный тип наземного покрова, полностью растает, учащиеся сообщают преподавателю, где отмечены всходы растений. Регистрируется местонахождение первых всходов. Учащиеся используют полевые справочники для того, чтобы определить типы найденной растительности.

4. После того, как эти данные будут зарегистрированы, полученная информация сравнивается с информацией о таянии кубиков льда, полученной в ходе занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. В случае наличия несоответствий учащиеся объясняют их возможную причину. Проведение такого сравнения может быть облегчено путем графического нанесения данных на кальку или транспарант и наложения этого рисунка на исходную карту температурных данных.

# Место для открытий



## Для учащихся со средним уровнем подготовки.

### **Предназначение занятия**

Использование карт наземного покрова для решения задач.

### **Обзор**

Учащиеся проделывают работу по выбору места для строительства больницы с минимальным ущербом для окружающей среды. Для анализа и принятия решения учащиеся используют кластеризованное изображение, полученное в ходе выполнения практической работы по дистанционным методам наблюдения. Учащиеся затем проводят общее собрание для того, чтобы сделать сообщения об итогах работы каждой группы и принять коллективное решение о том, где должна быть построена новая больница.

### **Продолжительность занятия**

Два-четыре классных занятия.

### **Уровень подготовки учащихся**

Средний.

### **Важнейшие концепции**

Деятельность человека оказывает влияние на разнообразие и характер типов наземного покрова.

Изменения типов наземного покрова сказываются на растениях и животных.

Люди должны знать, до какой степени использование земельных угодий сказывается на окружающей среде.

### **Навыки**

*Анализ* различных сценариев изменения типов наземного покрова в их местности.

*Прогноз* влияния таких изменений могут повлиять на организмы, существование которых зависит от данного типа наземного покрова.

*Оценка* решений по различным сценариям.

*Представление* сообщений в классе о разработанном ими плане использования местности.

### **Приборы и материалы**

Копия карты наземного покрова, составленной учащимися при выполнении практической работы по дистанционным наблюдениям.

### **Предварительные условия**

Предварительное выполнение практической работы по дистанционным наблюдениям.

Знание терминов «доминантный», «субдоминантный», «редкий» и «изолированный» для обозначения типов наземного покрова.

Умение делать групповые сообщения

### **Порядок проведения занятия**

1. Разделите класс на группы по три-четыре учащихся и обсудите с ними, какие типы наземного покрова показаны на кластеризованной карте. Попросите учащихся перечислить эти типы наземного покрова в таблице как показано ниже.

а. Доминантный	б. Субдоминантный	в. Редкий или изолированный
1.	1.	1.
2.	2.	2.
3.	3.	3.
4.	4.	4.

2. Подробно обсудите с классом каждый из этих типов наземного покрова. Обратите особое внимание как на живые, так и на неживые компоненты. Попросите каждую группу выбрать три наиболее подходящих местонахождения для строительства больницы, включая сооружение площадок для парковки автомобилей и подъездных дорог.

Приветствие

Введение

Практика

Занятия

Приложение

Место для открытий  
Средний уровень



3. Используя таблицу типов наземного покрова, учащиеся сравнивают занимаемые ими площади. Каким образом предложенное строительство может сказаться на перечисленных растениях и животных?



4. Каждая группа учащихся обсуждает возможные варианты и выбирает одно решение.

5. Учащиеся сооружают стенд для своего выступления.

- Первоначальное изображение (карта, полученная путем кластеризации) увеличивается таким образом, чтобы площади, занятые отдельными типами растительности, были легко опознаваемы.
- Сооружаемые больницы, дороги и площадки для стоянок автомобилей помещаются на увеличенную карту в соответствии с масштабом зданий, имеющих на карте.



6. Учащиеся готовят выступление. Выступления проводятся на общем собрании. Учащиеся играют роль местных жителей и проводят голосование для определения наилучшего места строительства больницы. Каждое выступление своей целью убедить одноклассников, что данная команда выбрала наилучшее место.



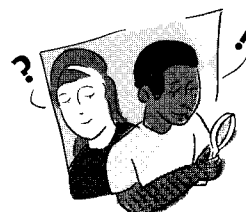
7. После того, как будут прослушаны все выступления, учащиеся решают, какое из выбранных мест является наилучшим и почему.

8. После проведения голосования установить, согласны ли все учащиеся с принятым решением? Почему согласны, или почему не согласны? Существует ли более одного ответа?



# Обзор местности

Для учащихся с начальным уровнем подготовки



## **Предназначение занятия**

Основная цель этого занятия - ознакомление учащихся с концепцией системы. Другие концепции, знание которых имеет отношение к данному предмету, включают понимание того, что такое границы, процессы входа и выхода, и обратная связь. Понимание концепции системы поможет учащимся понять, с какой целью производятся измерения на участке площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

## **Обзор**

Учащиеся проводят исследование окружающей среды на участке площадью 30 х 30 м для проведения биологических исследований. Они пользуются простыми методами наблюдения для получения количественных и качественных данных. Целью является вызвать у учащихся интерес к данной системе.

## **Цель**

Проведение этого занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки поможет учащимся понять, что проведение границ системы часто зависит от того, на какой вопрос исследователь ищет ответ.

## **Продолжительность занятия**

Два-три классных занятия.

## **Уровень подготовки учащихся**

Начальный.

## **Важнейшие концепции**

Ваш участок размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований может рассматриваться как система.

Ваша система содержит в себе определенные компоненты, например, деревья, воду, почву, горные породы, животных.

В эту систему вводятся энергия, вода, углекислый газ, кислород, пыль.

Из этой системы выводятся вода, углекислый газ, кислород и тепло.

## **Навыки**

*Наблюдение системы.*

*Изготовление схематических зарисовок системы.*

*Интерпретация карты как источника данных.*

## **Приборы и материалы**

Бумага.

Цветные карандаши.

Компасы.

Рабочий лист схемы участка размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

Фотоаппарат.

## **Подготовка**

Должен быть заложен участок размером 30 х 30 м для проведения биологических исследований.

## **Предварительные условия**

Учащиеся должны понимать цель проведения практической работы «Биологические измерения» на данном участке.

Учащиеся должны уметь пользоваться компасом.





## Предпосылки

Ученые исследуют природные системы с различной целью. Система - это любой набор объектов, которые как-либо взаимодействуют между собой и представляют собой единое целое. В системе могут быть объекты любого типа - предметы, организмы, машины, идеи, числа, организации. Проведение границ системы часто зависит от того, на какой вопрос исследователь ищет ответ. Так, например, эколог может выбрать для изучения целый тип экосистем, скажем, заболоченные угодья, для того, чтобы определить, какую площадь они занимают еще в мире, или же конкретный вид болотных растений с целью проведения опытов по различным методам восстановления экосистем. В другом случае, предметом исследования ученого может быть один конкретный тип клеток этого вида болотных растений с целью определения чувствительности растения к различной степени загрязнения. Такие типы исследований принимают во внимание совершенно различные факторы в зависимости от их масштаба.



В ходе выполнения практической работы «Биологические измерения» мы рассматриваем изменения во времени в пределах определенной системы - нашего участка площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований. Эти изменения включают изменения скорости роста деревьев, времени листопада и времени раскрытия почек. Сбор данных на протяжении многих лет позволяет нам увидеть, являются ли эти данные постоянными, или же наблюдаются изменения с течением времени. Для того, чтобы понять значение этих данных и соответствующих им изменений, учащиеся должны быть знакомы с разнообразными факторами, которые влияют на систему. Если учащиеся будут понимать, что и как входит в систему и выходит из нее, а также как осуществляется принципиальный обмен химических веществ в данной системе, они смогут увидеть закономерности, которые помогут им делать обобщения и прогнозы. Например, вода попадает в лесную систему в форме дождя. Определенное количество воды сохраняется в тканях деревьев и используется для их роста. Определенное количество воды высвобождается обратно в атмосферу. Определенное количество воды остается на поверхности. Наконец, определенное количество воды просачивается в почву и достигает уровня грунтовых вод.



Изменения в данных могут отражать изменения во входе вещества и энергии в систему, в их выходе из нее или в процессах их обмена. Так, если несколько засушливых лет следуют друг за

другом, рост деревьев может быть заторможен из-за нехватки воды, в результате стресса, недостаточной продуктивности или приспособленности. Постоянное возрастание температуры может привести к увеличению продолжительности вегетационного сезона, в результате чего может возрасти продуктивность. Свидетельством этого является ситуация, когда листья дольше остаются на деревьях осенью, или же когда рост деревьев в течение этого периода времени ускоряется, о чем можно судить по годичным кольцам или по высоте деревьев. Данные, которые будут собраны вашим классом, помогут учащимся и ученым, работающим по программе GLOBE, лучше понять окружающие нас системы.

## Порядок проведения занятия

1. Попросите учащихся положить перед собой лист бумаги и карандаш. Затем попросите их закрыть глаза и представить себе самое замечательное место в мире (например, лес на берегу моря, кресло у зажженного камина или кондитерский магазин). Дайте им одну минуту на то, чтобы они представили этот образ. Попросите их нарисовать место, которое они вообразили. Сколько из них вообразили природный ландшафт?
2. Пойдите на участок размером 30 x 30 м для проведения биологических исследований и встаньте в центре участка. Почему класс выбрал именно этот участок, с именно такими формой и размером? Ответьте на следующие вопросы относительно вашего участка для биологических исследований.
  - а. Каковы естественные границы этой системы?
  - б. Что вы видите, слышите, ощущаете, обоняете?
  - в. Влажно или сухо на участке? Тепло или прохладно?
  - г. Насколько сильно поверхность участка освещена солнцем?
  - д. Сколько различных растений и животных живут в пределах этого участка?
  - е. Сколько здесь неживых объектов? Какие из них естественные, а какие - искусственные?
  - ж. Как выглядит эта система в ночное время?
  - з. Как меняется эта система в разные времена года?
3. Попросите учащихся, находясь в центре вашего участка, нарисовать каждую границу - северную, южную, восточную и западную. Рисунки будут представлять собой вид со стороны. Попросите учащихся внимательно рассмотреть местность и зарисовать детали. Попросите их сохранить эти наброски в их журналах для исследований по программе GLOBE.

**Примечание.** Учащиеся могут использовать для зарисовок

участка рабочий лист схемы участка размером 30 x 30 м для проведения биологических исследований. Оставьте чистым квадрат в центре рабочего листа для зарисовки крупного масштаба (см. пункт 4).

4. Для того, чтобы получить более подробную информацию об участке для биологических исследований, попросите учащихся наложить на поверхность участка квадрат, сделанный из натянутого шнура, размером 1/3 x 1/3 м. Попросите учащихся зарисовать поверхность в пределах этого квадрата.

Попросите учащихся ответить на вопросы с (а) по (з), перечисленные выше в пункте 2. На какие вопросы могут ответить учащиеся в пределах данной площадки (системы) из тех, что они не могли ответить на участке размером 30 x 30 м для биологических исследований? Каким образом изменение границ повлияло на то, что наблюдают учащиеся?

5. Предложите учащимся взять образцы почвы с индивидуальных участков с помощью бура, совка или лопаты. Постарайтесь взять образец не менее чем на 15 см в глубину и поместите его в полиэтиленовый мешочек. В классе попросите учащихся провести наблюдение почвы невооруженным глазом и под микроскопом, увеличивающим в 30 крат. Какие элементы почвы можно наблюдать? Имеются ли в почве живые организмы или части живых организмов?
6. Сфотографируйте участок в четырех направлениях, находясь в его центре. После того, как фотографии будут проявлены, попросите учащихся сравнить нарисованные ими схемы с фотографиями. Достаточно ли детально их зарисовки для того, чтобы определить, какому направлению по компасу соответствует каждая фотография? Есть ли в системе какие-то компоненты, которые не были учтены учащимися?



**Примечание:** можно использовать рабочий лист схемы участка для биологических исследований. Прямоугольник в центре листа может быть использован учащимися для рисунков.

### **Вопросы для обсуждения**

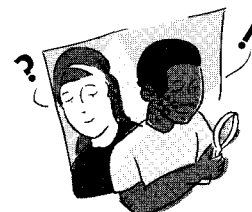
1. Какие вопросы задавались учащимися после того, как они изменили границы наблюдаемой системы?
2. Какое влияние имеют на вашу площадку процессы, происходящие на соседних площадках?
3. Что находится над вашей площадкой и что находится под ней?
4. Влияет ли как-либо на вашу площадку то, что находится над ней и под ней?



5. Что вводится в вашу систему и что выводится из нее? Солнечная радиация? Вода? Семена? Орехи? Животные?

# Обзор местности

## Для учащихся со средним уровнем подготовки



### **Предназначение занятия**

Ознакомление учащихся с концепцией системы. Другие концепции, знание которых имеет отношение к данному предмету, включают понимание того, что такое границы, понятия входа в систему и выхода из нее, и обратная связь. Концепция системы поможет учащимся понять, с какой целью производятся измерения на участке площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований. Учащиеся будут исследовать принцип наличия в каждой динамической системе вещества и энергии. Процессы входа вещества и энергии в систему и их выхода из нее зависят в значительной степени от физических компонентов участка, растительного и животного мира, определенных границ или масштаба исследования и времени года.

### **Обзор**

Проведение данного занятия для учащихся со средним уровнем подготовки развивает концепции, представленные при проведении занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. Учащиеся посетят несколько различных участков площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований. В пределах каждого участка они исследуют разнообразные процессы входа вещества и энергии в систему и их выхода из нее, с применением более сложных методов сбора и анализа данных. Учащиеся используют данные, собранные на различных участках, для сравнения и противопоставления процессов входа и выхода в различных условиях окружающей среды.

### **Продолжительность занятия**

Три классных занятия.

### **Уровень подготовки учащихся**

Средний.

### **Важнейшие концепции**

Границы системы различаются в зависимости от вопроса, на который вы отвечаете.

Система содержит в себе определенные компоненты, например, деревья, воду, почву, горные породы, животных.

В данную систему вводятся солнечная энергия, вода, углекислый газ, кислород, пыль.

Из данной системы выводятся вода, углекислый газ, кислород и тепло.

### **Навыки**

*Наблюдение* компонентов данной системы и процессы входа в нее и выхода из нее.

*Измерение* процессов поступления вещества и энергии в систему и выхода из нее.

*Сбор данных*, относящихся к системе.

*Интерпретация данных*, собранных в пределах различных систем.

### **Приборы и материалы**

Шнур.

Участок площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований.

Термометры.

Дождемеры.

Полиэтиленовые мешочки.

Журналы исследований по программе GLOBE.

Рабочий лист схемы участка для полевых биологических исследований.

Рабочий лист со шкалой Бофора.

Плотный бумажный стаканчик.

Бумага.

### **Подготовка**

Используйте шнур для обозначения границ участка площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований.

Проведите сбор данных в соответствии с приведенной ниже инструкцией в трех различных местах в пределах вашего участка для исследований по программе GLOBE - на открытом месте (например, в поле или на площадке для игр), вблизи водоема и на вашем



участке для биологических исследований. Запланируйте посещение всех трех участков в один и тот же день или в одно и то же время дня. Заручитесь необходимыми разрешениями на посещение всех участков и проверьте их на предмет безопасности. Обеспечьте помощь родителей или других сопровождающих лиц при посещении учащимися этих мест.



Для регистрации данных можно использовать рабочий лист ввода данных участка для полевых биологических исследований из занятия «Обзор местности». Разделите класс на три команды. Учащиеся должны взять с собой перечисленные выше материалы и провести работу на всех трех участках как описано ниже.

### Порядок проведения занятия

1. Температура. Попросите команды измерить температуру на каждом участке на уровне земли, на глубине 2,5 см в почве, и на высоте 0,5 м над поверхностью земли. Для измерения почвенной температуры осторожно погрузите конец термометра в почву. Для измерения температуры на уровне земли или на высоте 0,5 м вставьте термометр в отверстие, проделанное в доннышке перевернутого плотного бумажного стаканчика. Этот стаканчик играет роль изолятора термометра, цель которого - предотвратить отклонения от измеряемой температуры воздуха вследствие попадания прямых лучей солнца или воздействия других внешних источников тепла. Термометр должен оставаться в одном и том же положении до тех пор, пока показания температуры на нем не будут постоянны в течение 1 - 2 минут.
2. Количество осадков. Каково было количество дождя в течение последнего вегетационного сезона? Если вы не использовали дождемер для исследований по программе GLOBE, эта информация может быть получена от местных метеорологов. Старшие классы могут использовать данные программы GLOBE по почвенной влажности. Прошел ли здесь дождь в недавнее время? Какие имеются свидетельства этого - озера, ручьи,



### Предварительные условия

Учащиеся должны понимать цель проведения практической работы «Биологические измерения» на данном участке площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований.

Рекомендуется предварительное проведение занятия для учащихся с начальным уровнем подготовки. Если занятие не проводилось, учащиеся должны понимать концепцию границ системы.

места, где задерживается вода, лужи?

Попросите учащихся поместить полиэтиленовый мешочек поверх нескольких живых зеленых листьев. Оставьте мешочек в таком положении до завтра. Сколько влаги собралось в мешочке? Откуда она взялась? Куда она уходит?

3. Количество солнечной радиации. В солнечную погоду осмотрите ваш участок для исследований в поисках освещенных солнцем мест на деревьях и на земле. Какое количество солнечного света достигает вершин деревьев? Какое количество солнечного света достигает поверхности земли? Если свет поглощается растениями, что с ним происходит? Отражается ли свет от листьев (в таком случае они должны быть блестящими и отражать свет наподобие алюминиевой фольги)?

Примечание: учащиеся могут знать, что растения получают свое питание из почвы, но они вряд ли будут знать, что солнечный свет используется для изготовления пищи в процессе фотосинтеза. Они могут понимать, что солнечный свет способствует росту растений, но могут не знать, как именно это происходит. Задайте учащимся вопросы о том, как, по их мнению, растения используют солнечный свет в процессе жизненного цикла.

4. Ветер. Насколько сильный ветер наблюдается на участках?

- Колеблются ли на ветру листья деревьев? Достаточно ли силен ветер, чтобы сгибать тонкие ветви деревьев? Достаточно ли он силен, чтобы сгибать толстые ветки? Попросите учащихся использовать лист бумаги в качестве указателя ветра (см. рабочий лист со шкалой Бофора). Один из учащихся может держать лист бумаги на расстоянии вытянутой руки, а другие будут наблюдать, висит ли этот лист вертикально или же отклоняется под ветром. Попросите учащихся использовать компас для определения направления, откуда, по их мнению, дует ветер.
5. Животные. Попросите команды отметить, какие типы животных присутствуют на каждом участке (насекомые, птицы, пресмыкающиеся, рыбы, лягушки, головастики). Учащиеся должны также указать наличие признаков деятельности животных - например, помет, следы, норы, объединенные листья. Сделайте примерную оценку численности каждого типа животных. Какой из типов доминирует?
  6. Растения. Попросите команды отметить, какие типы растений присутствуют на каждом участке (большие деревья, мелкие деревья, кустарники, мелкие растения, травы). Предложите учащимся записать наиболее обычные типы растений, найденные на каждом участке. Сделайте примерную оценку численности каждого типа растений. Какой из типов доминирует?
  7. После того, как команды проведут достаточное количество времени, исследуя свои участки, попросите их представить отчет о том, что они обнаружили, и рассказать, что нового они узнали. После того, как все группы сделают в классе свои сообщения, класс может составить большую сводную таблицу по данным всех групп. Используйте эту сводную таблицу для обсуждения различий, существующих между исследованными участками и взаимодействий между их компонентами, наблюдавшихся учащимися.



### Вопросы для обсуждения

1. Как отличаются различные участки по численности или разнообразию видов животных и растений? В чем выражаются эти различия?
2. Какой участок отличался наибольшей температурой воздуха? Какой участок отличался наименьшей температурой? На каком участке ветер был наиболее сильным? На каком участке ветер был наиболее слабым?
3. Каково взаимоотношение между солнечной радиацией и температурой воздуха? Между солнечной радиацией и почвенной влажностью? Между солнечной радиацией и растительностью?
4. Какой из шести изученных компонентов представляется наиболее важным при определении характера окружающей среды на каждом участке? Почему вы так считаете?
5. Какие факторы вводятся в различные из исследованных систем? Какие факторы из них выводятся? Какие из шести изученных компонентов остаются в пределах системы? Учащиеся могут нарисовать схему или диаграмму своего участка.
6. Предложите учащимся нарисовать схему своего участка или придумать рассказ о своей системе, проследив путь, который проходит солнечный свет в пределах этой системы.



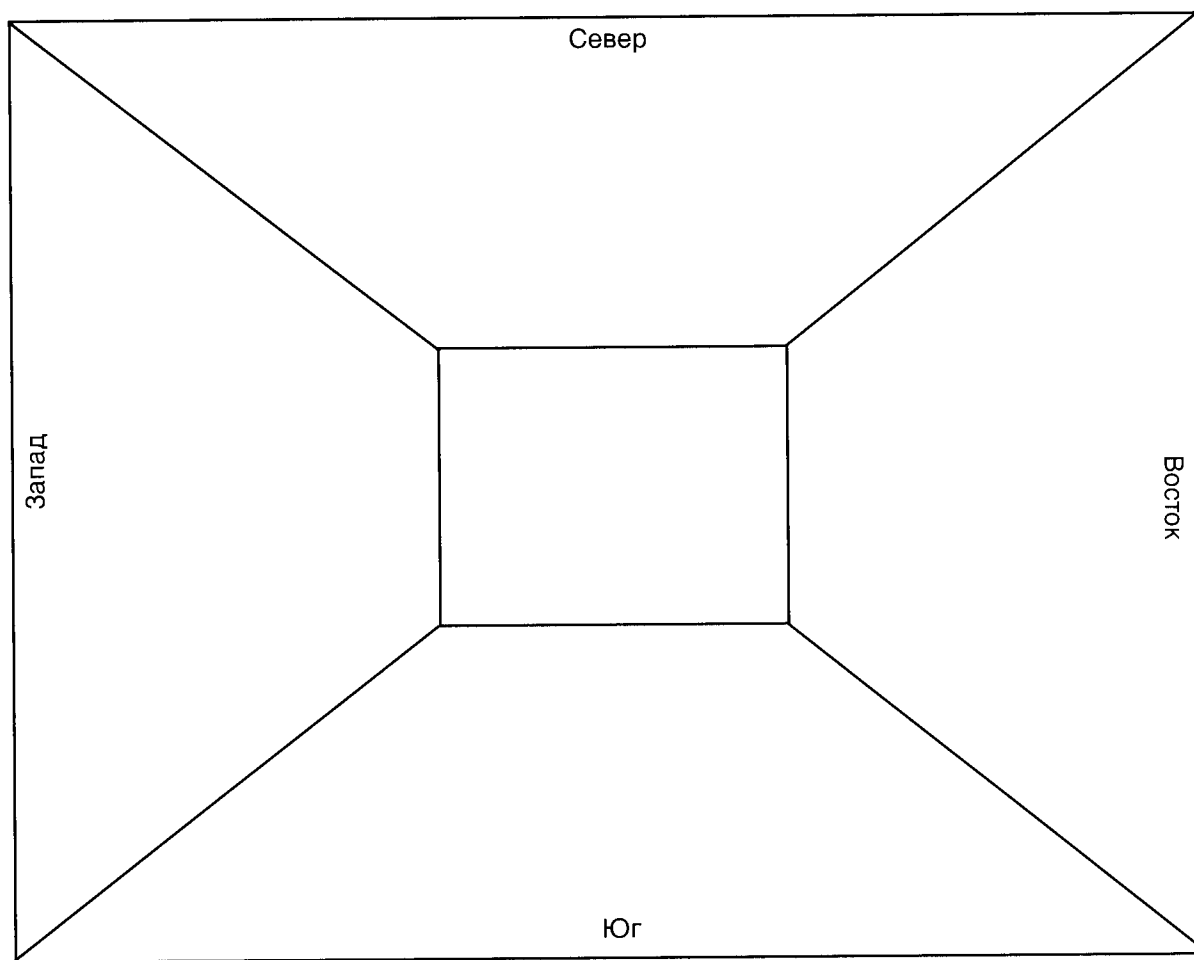
### Дальнейшие исследования

1. Посетите участки, выбранные для занятия с учащимися со средним уровнем подготовки в различные сезоны и повторите свои измерения. Насколько изменились различные факторы? Какие факторы вызвали изменения? Какие факторы могли вызвать изменения в процессе появления листьев или листопада в течение года?
2. Попросите учащихся соорудить террариумы. Попробуйте сделать ваш террариум похожим на один из участков исследованных вами систем. Моделируйте ветер, меняйте температуру и количество воды, солнечное освещение, добавьте растения, моделируйте влияние животных. Попробуйте смоделировать вашу систему на основании данных, которые вы получили в ходе полевых исследований. Попробуйте смоделировать сезонные изменения. Можете ли вы это сделать? Какие ограничения имеются у ваших моделей? Можете ли вы воспроизвести те же круговороты, которые существуют в природе между ее живыми и неживыми компонентами?

Рис. LAND-L-32. Обзор местности Рабочий лист схемы участка для биологических исследований

Дата:

Имя (имена):





*Рис. LAND-L-33. Обзор местности Рабочий лист по полювому участку для биологических исследований*

## **Обзор местности Рабочий лист по полювому участку для биологических исследований**

Дата

Имя

**Тип участка для исследований** (обведите один):

Мокрые земли

Поле

Участок для биологических исследований 30 x 30 м

**Температура (С)**

на высоте 0,5 м

на уровне земли

на высоте 2,5 см

**Количество осадков, накопленное за период вегетации (мм):**

**Солнечная радиация:**

**Сила ветра** (по шкале Бофора)

**Животный и растительный мир:**

Таблица LAND-L-16. Рабочий лист скорости ветра по шкале Бофора  
Описание ветра:

Скорость ветра, км/час    миль/час		Балл по шкале Бофора	Описание ветра	Наблюдаемое воздействие на поверхности земли
< 1	< 1	0	Спокойно	Спокойно, листья неподвижны
1 - 3	1 - 3	1	Легкое движение воздуха	Слабые колебания листьев, дым плывет, флюгеры вращаются
6 - 11	4 - 7	2	Ветерок	Листья шелестят, ощущается ветер, флюгеры вращаются
12 - 19	8 - 12	3	Легкий ветер	Листья и мелкие веточки в движении, небольшие флаги и знамена полощутся
20 - 29	13 - 18	4	Умеренный ветер	Небольшие ветки в движении, поднимаются пыль, бумажный мусор и сухие листья
30 - 38	19 - 24	5	Свежий ветерок	Небольшие и более крупные ветки качаются, на внутренних водоемах образуются волны
39 - 49	25 - 31	6	Сильный ветер	Качаются крупные ветви деревьев, провода гудят, трудно держать в руках зонтик
50 - 61	32 - 38	7	Умеренная буря	Деревья качаются целиком, трудно идти против ветра
62 - 74	39 - 46	8	Буря	Ломаются небольшие ветки деревьев, трудно идти, автомобили отклоняются при движении
75 - 87	47 - 54	9	Сильная буря	С крыш срываются черепицы, имеются небольшие повреждения построек, земля покрыта сломанными ветками деревьев
88 - 101	55 - 63	10	Очень сильная буря	Деревья вырваны с корнем или сломаны, имеются повреждения построек
102 - 116	64 - 73	11	Шторм	Повсеместные повреждения построек и деревьев (бывает редко)
> 117	> 74	12-17	Ураган	Повреждения от сильных до катастрофических

# Сезонные изменения на участках для биологических исследований



## **Предназначение занятия**

Исследование сезонных изменений путем сбора данных о раскрытии почек весной и о листопаде осенью.

## **Обзор**

Дважды, осенью и весной, учащиеся проводят измерения сезонных изменений в кронах деревьев и (или) в травостое. Весной они измеряют процесс раскрытия почек, а осенью — процесс листопада. Эти измерения проводятся раз в неделю в течение шести недель осенью и шести недель весной. Затем учащиеся исследуют скорость изменений на основании собранных ими данных.

## **Продолжительность занятия**

Два классных занятия для ознакомления с занятием и исследования данных.

Кроме того, небольшая группа учащихся соберет данные во время одного классного занятия раз в неделю в течение шести недель осенью и шести недель весной.

## **Уровень подготовки учащихся**

Средний или высокий.

## **Важнейшие концепции**

Весной происходит процесс раскрытия почек, когда из почек появляются и растут листья.

Осенью происходит процесс листопада, когда отмирает активно растущая масса растений.

## **Навыки**

*Проведение* измерений в кронах деревьев.

*Анализ* данных весенних и осенних изменений во времени.

## **Приборы и материалы**

Денситометр.

*См. практическую работу по определению доминантных и содоминантных видов в руководстве «Исследования наземного покрова и биологические исследования».*

## **Предварительные условия**

Учащиеся должны пользоваться денситометром. *См. практическую работу по определению доминантных и содоминантных видов в руководстве «Исследования наземного покрова и биологические исследования».*

## **Предпосылки**

Занятие включает исследование различий в продолжительности вегетационного сезона в различных местах Земли. Для того, чтобы определить продолжительность вегетационного сезона в вашей местности, ученые, а также вы и ваши учащиеся, можете следить за ростом листьев в кронах деревьев и (или) травостоя от весеннего раскрытия почек до осеннего листопада (когда отмирает активно растущая масса растений). Данные и изображения, полученные с помощью спутников, могут быть использованы для того, чтобы проследить появление «зеленой волны» весной и ее движение от юга к северу в северном полушарии, и «бурой волны» осенью и ее движение от севера к югу. В южном полушарии «зеленая волна» движется в обратном направлении, от севера к югу, а «бурная волна» — от юга к северу.

Одно из ограничений в использовании дистанционных данных, полученных спутниками, состоит в том, что их разрешение может быть весьма слабым. Это означает, что многие черты наземного покрова, например, отдельные деревья или массивы деревьев, не будут непосредственно видны. Поэтому исследователи, которые работают с данными, полученными со спутника, нуждаются в более подробной информации о том, что происходит в пределах типов наземного покрова, обладающих растительностью, и как эти процессы влияют на данные, получаемые спутниками. Два наиболее критических времени года — это периоды появления листьев весной и листопад осенью, поскольку эти сроки определяют продолжительность вегетационного сезона для определенного места на поверхности Земли. Ваши исследования, проведенные в ходе данного занятия, помогут вам глубже понять значение этих критических моментов в жизни природы вашей местности.



В зависимости от вашего местонахождения, климат или типы растительности в вашей местности будут более или менее пригодны для описанных ниже наблюдений сезонных изменений.

### **Порядок проведения занятия**

*В случае, если ваш участок исследований по программе GLOBE имеет листопадные породы деревьев*

#### **Раскрытие почек**

1. Используя участок площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований, выберите один день ранней весной, когда листья только начинают появляться, для проведения оценки сомкнутости крон с использованием денситометрического метода. См. практическую работу по определению *доминантных и содоминантных видов* в разделе «Исследования наземного покрова и биологические исследования».
2. Раз в неделю в течение следующих пяти недель (всего шесть недель), проведите такую же оценку сомкнутости крон с использованием того же метода.
3. Запишите ваши данные и сохраните их для изучения ежегодных изменений в раскрытии почек.

#### **Листопад**

1. Используя тот же участок площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований, выберите день, когда появляются первые признаки осеннего изменения листвы. Проведите оценку сомкнутости крон со следующими изменениями в методике (см. *практическую работу по определению доминантных и содоминантных видов* в руководстве «Исследования наземного покрова и биологические исследования»).
2. Проведите оценку сомкнутости крон с использованием денситометрического метода, однако вместо того, чтобы отмечать плюсы и минусы, отмечайте «З» (зеленый) в случае, если вы видите зеленые листья, «К» (коричневый) в случае, если вы видите бурые листья, и «-», если

вы не видите листьев вообще. Вы использовали этот же метод регистрации в случае зеленого и бурого наземного травянистого покрова.

3. Вычислите процент, занимаемый зелеными и бурыми листьями таким же образом, как и для наземного травянистого покрова.
4. Раз в неделю в течение следующих пяти недель повторяйте эти наблюдения.
5. Запишите ваши данные и сохраните их для изучения ежегодных изменений листопада.

**Луговая растительность.** Время раскрытия почек и листопада является важным индикатором в лесных местностях, и точно так же важным индикатором является время изменений в травянистой растительности. Для луговых местностей значительными наблюдаемыми изменениями, которые характеризуют вегетационный период и могут быть исследованы вами и вашими учащимися, являются время начала и конца активного роста, цветение, плодоношение и отмирание растительной массы.

*В случае, если ваш участок исследований по программе GLOBE обладает травостоем*

#### **Раскрытие почек**

1. Используя участок площадью 30 x 30 м для проведения биологических исследований (в данном случае, такой, на котором травянистые растения являются доминантами или судоминантами), выберите один день ранней весной, когда трава только начинает зеленеть.
2. Определите процент, занимаемый зеленым и бурым травостоем, таким же образом, как это описано в практической работе для учета покрытия наземного травянистого покрова.
3. Раз в неделю в течение следующих пяти недель (всего шесть недель), проводите такое же обследование травянистого покрова.

#### **Отмирание травостоя**

1. Повторите описанное выше обследование травянистого покрова в период, когда трава начинает приобретать бурю окраску. Это время может совпадать или не совпадать с



наступлением осени в зависимости от климата вашей местности; например, недостаток дождей также вызывает изменение цвета травы. Вы должны наблюдать за травостоем, чтобы решить, когда начинать проведение измерений.

### **Дальнейшие исследования - продолжение работы**



Значительными событиями в сезонном развитии травянистой растительности являются формирование цветов и семян. Поскольку для вас и ваших учащихся может оказаться затруднительным распознавание цветов и семян травянистых видов, отметьте только время года, когда травы переходят от роста листьев (травинки) к развитию центрального стебля, который удлиняется и на вершине которого появляется соцветие или соплодие. Отметьте с точностью до недели время этого события, и зарегистрируйте эту дату в вашем архиве данных.



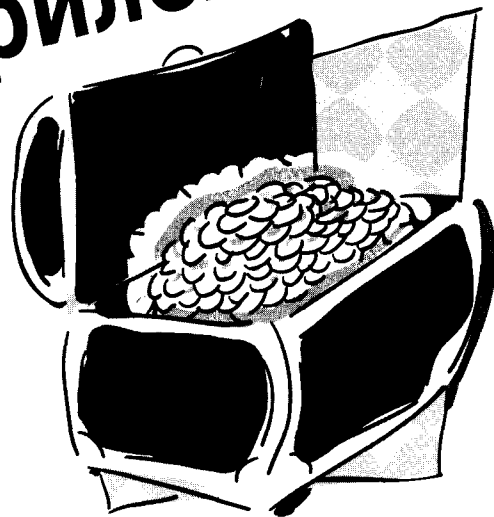
Регистрация, из года в год, изменений во времени и продолжительности процессов, измеренных в ходе данного занятия, поможет вам и вашим учащимся глубже понять взаимоотношение между этими процессами и другими параметрами, измеренными в ходе проведения программы GLOBE (температура, осадки и т.д.) в их влиянии на окружающую среду.



Дополнительный материал, который поможет вам и вашим учащимся в оценке этих сезонных изменений, приводится в тексте пособия для преподавателей программы GLOBE, в руководстве «Сезонные исследования».



# Приложение



*Шаблон клинометра*

*Таблица значений тангенсов*

*Рабочий лист ввода данных доминантной и содоминантной растительности*

*Рабочий лист ввода полевых данных*

*Рабочий лист ввода данных классификации МС*

*Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации ЮНЕСКО (МС)*

*Глоссарий*

Проденьте шнур с узелками через это отверстие O

Рис. LAND-A-1. Шаблон клинометра

Сюда прикрепите липкой лентой ленточку

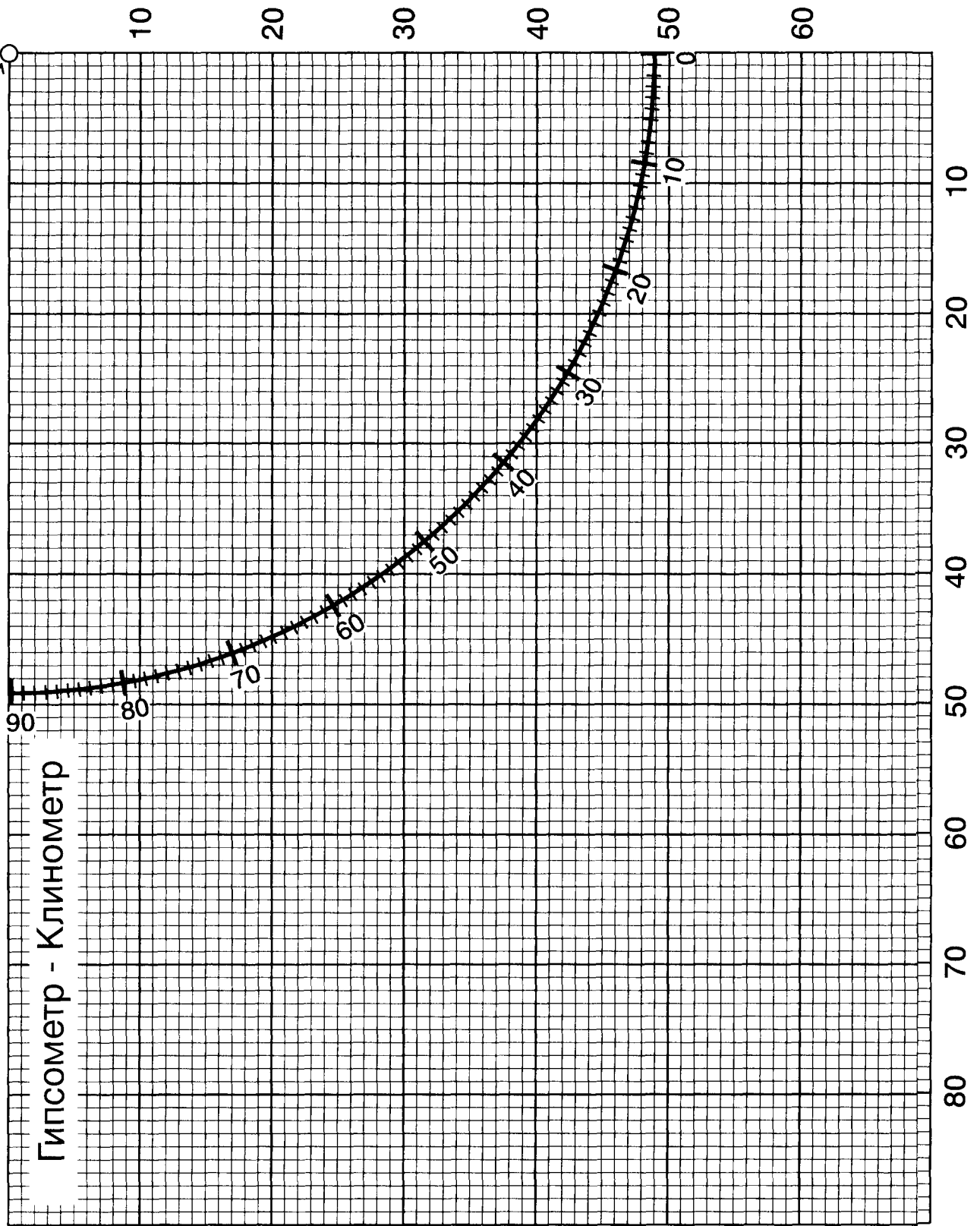


Табл. LAND-A-1. Таблица значений тангенсов

Угол	tg	Угол	tg	Угол	tg	Угол	tg
1°	0,02	17	0,31	33	0,65	49	1,15
2	0,03	18	0,32	34	0,67	50	1,19
3	0,05	19	0,34	35	0,70	51	1,23
4	0,07	20	0,36	36	0,73	52	1,28
5	0,09	21	0,38	37	0,75	53	1,33
6	0,11	22	0,40	38	0,78	54	1,38
7	0,12	23	0,42	39	0,81	55	1,43
8	0,14	24	0,45	40	0,84	56	1,48
9	0,16	25	0,47	41	0,87	57	1,54
10	0,18	26	0,49	42	0,90	58	1,60
11	0,19	27	0,51	43	0,93	59	1,66
12	0,21	28	0,53	44	0,97	60	1,73
13	0,23	29	0,55	45	1,00	61	1,80
14	0,25	30	0,58	46	1,04	62	1,88
15	0,27	31	0,60	47	1,07	63	1,96
16	0,29	32	0,62	48	1,11	64	2,05
						65	2,14
						66	2,25
						67	2,36
						68	2,48
						69	2,61
						70	2,75
						71	2,90
						72	3,08
						73	3,27
						74	3,49
						75	3,73
						76	4,01
						77	4,33
						78	4,70
						79	5,14
						80	5,67

**Пример.** Предположим, что измеренное расстояние до дерева равно 60 м и что угол, который вы измерили, направив клинометр на верхушку дерева, равен 24°. По таблице вы найдете значение тангенса 24°, которое равно 0,45. Следовательно, высота дерева равна 60 м х 0,45 = 27 метров. Прибавив высоту, на которой находится глаза наблюдателя (1,5 м), найдем, что итоговая высота равна 28,5 м.



# Исследования наземного покрова и биологические исследования

## Рабочий лист ввода данных доминантной и содоминантной растительности

Общая сомкнутость крон и покрытие травостоя		Доминантный и содоминантный вид древесного яруса или тип травостоя		Класс по системе МСС для леса или редколесья
древесный ярус + = кроны - = "небо"	травостой З = зеленый К = коричневый - = нет травостоя	вид дерева (или местное название)	тип травостоя (злаки или разнотравье)	тип древесного яруса - В = вечнозеленый Л = лиственный Н = "небо"
1				
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				
31				
32				
33				
34				
35				
36				
37				
38				
39				
40				

(См. вычисления в рабочем листе)

Древесный ярус %	Травостой %	Доминантный вид древесного яруса или тип травостоя:
		Содоминантный вид древесного яруса или тип травостоя:

*Рабочий лист ввода данных доминантной и содоминантной растительности (продолжение)*

**Определение сомкнутости крон**

Всего "+" =

Всего "-" =

Всего наблюдений =

% сомкнутости крон:  
(всего "+" : всего наблюдений) =

← Введите в отчет !

**Определение покрытия травостоя**

Всего "З" =

Всего "К" =

Всего "-" =

Всего наблюдений =

% покрытия травостоя:  
(всего "З" + "К" : всего наблюдений) =

← Введите в отчет !

**Если тип покрова - лес или редколесье:**

**Определение процентного содержания вечнозеленых и листопадных пород деревьев**

Всего "В" =

Всего "Л" =

Всего наблюдений: ("В" + "Л") =

% вечнозеленых пород:  
( "В": всего наблюдений) =

% листопадных пород:  
( "Л": всего наблюдений) =

← Определите класс леса или редколесья по МСС (см. практ. работу "Система классификации МСС")

**Если тип покрова - травянистый:**

**Определение процентного содержания злаков и разнотравья в травостое**

Всего "З" =

Всего "Р" =

Всего наблюдений: ("З" + "Р") =

% злаков:  
( "З": всего наблюдений) =

% разнотравья:  
( "Р": всего наблюдений) =

← Определите тип травостоя по МСС (см. практ. работу "Система классификации МСС")

# Исследования наземного покрова и биологические исследования

## Рабочий лист ввода полевых данных

★ Тип участка:

- Биол. исслед.  
 Наземн. покров

★ для наземн. покрова:

- Тренировка  
 Подтверждение

- качеств. данные  
 колич. данные

Название участка: \_\_\_\_\_ ★ Район, область, страна: \_\_\_\_\_

★ Координаты GPS: широта \_\_\_\_\_ долгота \_\_\_\_\_

Класс наземного покрова первого уровня MUC: \_\_\_\_\_ код: \_\_\_\_\_

Если выявлены классы 2, 3, или 5 - 9, **остановитесь здесь**. Если участок для качественных данных, **остановитесь здесь**.

---

**Доминантная и содоминантная растительность** (род, вид) - см. рабочий лист ввода полевых данных доминантной и содоминантной растительности

**Лес или редколесье:** ★ Доминант: \_\_\_\_\_ ★ Содоминант: \_\_\_\_\_

**Луговая растительность:**

★ Доминант:  злаки  разнотравье

★ Содоминант:  злаки  разнотравье  деревья: род: \_\_\_\_\_ вид: \_\_\_\_\_

---

## Данные биологических измерений

*(из рабочего листа ввода данных доминантной и содоминантной растительности)*

**Сомкнутость крон**

Всего "+" \_\_\_\_\_ Всего "-" \_\_\_\_\_ Всего наблюдений \_\_\_\_\_ % сомкнутости \_\_\_\_\_

**Покрытие травостоя**

Всего "З" \_\_\_\_\_ Всего "К" \_\_\_\_\_ Всего "-" \_\_\_\_\_ Всего наблюдений \_\_\_\_\_ % покрытия \_\_\_\_\_

**Процентное содержание вечнозеленых и листопадных пород деревьев**

Всего "В" \_\_\_\_\_ Всего "Л" \_\_\_\_\_ Всего (В + Л) \_\_\_\_\_ % вечнозел. \_\_\_\_\_ % листопадн. \_\_\_\_\_

**Процентное содержание злаков и разнотравья:**

Всего злаков \_\_\_\_\_ Всего разнотр. \_\_\_\_\_ Всего набл. \_\_\_\_\_ % злаков \_\_\_\_\_ % разнотр. \_\_\_\_\_

**Доминантный вид:** \_\_\_\_\_

Высота дерева : \_\_\_ м \_\_\_ м \_\_\_ м \_\_\_ м \_\_\_ м

Окружность дерева : \_\_\_ см \_\_\_ см \_\_\_ см \_\_\_ см \_\_\_ см

Для травостоя - биомасса  
зеленого: \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup>

коричневого: \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup>

**Содоминантный вид:** \_\_\_\_\_

Высота дерева : \_\_\_ м \_\_\_ м \_\_\_ м \_\_\_ м \_\_\_ м

Окружность дерева : \_\_\_ см \_\_\_ см \_\_\_ см \_\_\_ см \_\_\_ см

Для травостоя - биомасса  
зеленого: \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup>

коричневого: \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup> \_\_\_ г/м<sup>2</sup>

**Биологические измерения**

зеленого : \_\_\_\_\_ %

★ Сомкнутость крон: \_\_\_\_\_ %

★ Покрытие травостоя: коричневого: \_\_\_\_\_ %

общее: \_\_\_\_\_ %

★ Средняя высота деревьев: \_\_\_\_\_ м

★ Средняя окружность деревьев : \_\_\_\_\_ см

★ Средняя биомасса травостоя ★ зеленого: \_\_\_\_\_ г/м<sup>2</sup> ★ коричневого: \_\_\_\_\_ г/м<sup>2</sup> ★ общая: \_\_\_\_\_ г/м<sup>2</sup>

**Класс наземного покрова по системе MUC**

★ **второй уровень**

★ **третий уровень**

★ **четвертый уровень**

Название: \_\_\_\_\_

Название: \_\_\_\_\_

Название: \_\_\_\_\_

Код: \_\_\_\_\_

Код: \_\_\_\_\_

Код: \_\_\_\_\_

**Примечания** \_\_\_\_\_

**Фотографии** \_\_\_\_\_

**Фенология (дополнительно)**

★ Стадия:  раскрытие почек     старение (листопад)

(Проведите измерение сомкнутости крон или покрытия травостоя - см. на обороте)

★ Сомкнутость крон: \_\_\_\_\_ %    Содержание зеленой листвы (примерное): \_\_\_\_\_ %

★ Травостой: зеленый \_\_\_\_\_ %    коричневый: \_\_\_\_\_ %    всего: \_\_\_\_\_ %



# Глоссарий терминов, используемых в модифициро- ванной системе классификации ЮНЕСКО (MUC)

В данном глоссарии приводятся определения, критерии для принятия решений и примеры всех типов наземного покрова, кратко охарактеризованных в схеме MUC (модифицированной классификации ЮНЕСКО). Глоссарий служит как основное справочное пособие для определения классов наземного покрова при практических работах по руководству "Наземный покров".

Приводимая в словаре информация организована в таблицу с четырьмя столбцами следующим образом.

1. Код классификации MUC (используется для определения классов наземного покрова при практических работах "Наземный покров" и "Оценка точности").
2. Наименование класса наземного покрова.
3. Уровень класса наземного покрова по системе MUC.
4. Определения, критерии выбора, примеры.

Код MUC	Наименование класса наземного покрова	Уровень MUC	Определения, критерии выбора, примеры
0	Сомкнутый лес	Уровень 1	Сформирован деревьями более 5 м с сомкнутыми кронами. Общая сомкнутость крон более 40%.
01	Лес с преобладанием вечнозеленых пород	Уровень 2	Кроны деревьев всегда имеют зеленую листву . . .
011	Тропический влажный лес	Уровень 3	Часто называется тропическим дождевым лесом. Состоит в основном из широколиственных вечнозеленых пород.
0111	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстро растущих деревьев, многие более 50 м высотой, обычно с кронами неравномерной формы...

Типы наземного покрова организованы в том же порядке номеров, как и классы, перечисленные в схеме классификации MUC. Прочие термины, используемые в глоссарии, приводятся после пронумерованных определений.

Необходимо различать два показателя - процент сомкнутости или покрытия (площадь участка, находящаяся в пределах проекции крон или занятая травостоем) и процент видового состава. Процент сомкнутости крон или покрытия травостоя определяет доминантный тип наземного покрова конкретного участка на спутниковом изображении на первом уровне классификации MUC. Процент видового состава этого доминантного типа наземного покрова (определенного на первом уровне) показывает возможный выбор категории на втором уровне. Для определения третьего и четвертого уровней необходимы более подробные описания растительных сообществ; эти уровни определяются в соответствии с процентом сомкнутости или покрытия либо в соответствии с процентом видового состава (см. глоссарий).

Пример приводится в секции глоссария, озаглавленной "Прочие термины" в графе "Классификация по системе MUC: процент покрытия и процент видового состава".

## Справочная литература

- J.R. Anderson, E.E. Hardy, J.T. Roach, and R.E. Witmer. [Дж. Р. Андерсон, И.И. Харди, Дж. Т. Роач и Р.И. Уитмер]. (1976) *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data*. [Землепользование и классификация наземного покрова для интерпретации данных приборов дистанционного наблюдения]. US. Geol. Survey. Prof. Pap., 1976.
- L.M. Cowardin, V. Carter, F.C. Golet, and E.T. LaRoe. [Л. М. Коуардин, В. Картер, Ф. К. Колет и И.Т. ЛаРоу] (1979). [Классификация мокрых земель и водных местообитаний США]. *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States*. US. Fish and Wildlife Services. FWS/OBS-79/31, 1979.
- International Classification and Mapping of Vegetation*. [Международная классификация и картирование растительности]. (1973). United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: UNESCO, 1973
- J.E. Dobson et al. [Дж. И. Добсон и др.] (1995). *NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation*. [Программа НАОА по анализу изменений берегов. Руководство для практического исполнения на региональном уровне]. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

Код МСC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
0	Сомкнутый лес	Уровень 1	Сформирован деревьями высотой по крайней мере 5 метров, кроны которых смыкаются. Общая сомкнутость полога более 40%.
01	Преимущественно вечнозеленый лес	Уровень 2	Листва полога никогда не опадает. По крайней мере 50% деревьев, которые достигают лесного полога, - вечнозеленые. Отдельные деревья могут сбрасывать листья.
011	Влажный тропический лес	Уровень 3	Такой лес часто называют тропическим дождевым лесом. Он представлен преимущественно широколиственными вечнозелеными деревьями, не толерантными к холоду и засухе. Его составляют настоящие вечнозеленые деревья, т.е. полог остается зеленым круглый год, отдельные деревья могут сбрасывать листву на несколько недель. Листья многих деревьев имеют специальное "капельное острие".
0111	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из которых превышают 50 метров в высоту и обычно формируют неравномерный полог. Подрост встречается рассеянно, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, вьющиеся лианы отсутствуют.
0112	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подлеске обычные травы. Многочисленные сосудистые эпифиты и лианы; встречается, например, на склонах атлантического побережья Коста-Рики.
0113	Горный лес	Уровень 4	Деревья менее 50 м высотой, с разветвлением крон у низа ствола и грубую кору. В подлеске обычны папоротники, травы, мхи и мелкие пальмы, например, в Сьерра-де-Таламанка в Коста-Рике.
0114	"Субальпийский" лес	Уровень 4	Встречается выше горного леса, совместно с растительностью, которая зависит от высоты над уровнем моря.
0115	Туманный лес	Уровень 4	Деревья согнутые, имеют грубую кору и редко достигают высоты выше 20 метров. Кроны деревьев, ветви и стволы увешаны эпифитами и лианами, например, Блю-Маунтинс на Ямайке.
012	Тропический и субтропический сезонный, вечнозеленый лес	Уровень 3	Состоит в основном из широколиственных вечнозеленых деревьев. Во время сухого сезона можно заметить уменьшение количества листвы, что является результатом частичного листопада. Является переходным между влажным тропическим лесом и тропическим и субтропическим полулистопадным.
0121	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из них высотой более 50 м, обычно формирующих неравномерный полог. Подлесок рассеян, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, вьющиеся лианы - отсутствуют.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в системе модифицированной классификации	Уровень класса	
0122	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подлеске обычны травы. Многочисленны сосудистые эпифиты и лианы.
0123	Горный лес	Уровень 4	Деревья менее 50 м высотой, имеющие разветвление крон у низа ствола и с грубой корой. В подлеске более характерны вечнозеленые кустарники, чем древесидные папоротники.
0124	“Субальпийский” лес	Уровень 4	Этот лес напоминает вечнозеленый широколиственный склерофильный сухой лес с зимними дождями, который встречается выше туманного леса. Представлен по большей части вечнозелеными склерофильными деревьями менее 20 метров высотой, с небольшим количеством подлеска или без него, и с небольшим количеством лиан и эпифитов.
013	Тропический и субтропический полупустынный лес (верхний полог листопадный во время засухи).	Уровень 3	Большинство деревьев верхнего полога во время засухи - листопадные; многие из деревьев и кустарников подлеска - вечнозеленые и более или менее склерофильные. Тем не менее, вечнозеленые и листопадные древесные растения и кустарники могут встречаться попеременно в одном и том же ярусе. Почти у всех деревьев защищенная почка и листья без “водосточного кончика”. Деревья имеют грубую кору, за исключением присутствующих иногда бутылочных деревьев.
0131	Равнинный лес	Уровень 4	Наиболее высокие деревья могут быть представлены бутылочными деревьями (напр., <i>Seiba</i> ). Эпифиты практически отсутствуют. Также присутствуют суккуленты, например, кактусы с тонкими ветвящимися стволами. Могут присутствовать лианы и разреженный травянистый покров.
0133	Горный или туманный лес	Уровень 4	Этот лес сходен с полупустынным равнинным лесом, однако полог его ниже и кроны покрыты ксерофитными эпифитами, такими, как например, <i>Tillandsia usneoides</i> .
014	Субтропический влажный лес	Уровень 3	Присутствует на локальном уровне в виде небольших массивов, так как субтропический климат обычно имеет сухой сезон. Субтропический влажный лес (например встречающийся в штате Квинсленд в Австралии и на Тайване), обычно переходит в тропический влажный лес. В подлеске могут расти кустарники. Между летом и зимой существует разница температур.
0141	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из которых превышают 50 метров высотой и обычно формируют неравномерный полог. Подлесок рассеян, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, выходящие лианы - отсутствуют.
0142	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подросте обычны травы. Сосудистые эпифиты и лианы - многочисленны.



Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в системе модифицированной классификации	Уровень класса	
0143	Горный лес	Уровень 4	Деревья менее 50 м высотой, с разветвлением кроны у низа ствола и грубой корой. В подлеске более обычны вечнозеленые кустарники, чем древесные папоротники.
0144	“Субальпийский” лес	Уровень 4	Встречается выше горного леса, совместно с растительностью, которая зависит от высоты над уровнем моря.
0145	Туманный лес	Уровень 4	Деревья согнутые, имеют гребую кору и редко достигают высоты более 20 метров. Кроны деревьев, ветви и стволы увешаны эпифитами и лианами.
015	Вечнозеленый влажный лес умеренной и приполярной зоны	Уровень 3	Встречается только в условиях экстремального, почти без заморозков, океанического климата южного полушария, в основном в Чили. Состоит преимущественно из настоящих вечнозеленых гемисклерофильных деревьев и кустарников. Богато представлены эпифитные мхи, печеночники, лишайники, которые растут на деревьях, и укорененные в почве травянистые папоротники.
0151	Вечнозеленый влажный лес умеренной зоны	Уровень 4	Деревья более высотой 10 метров. Могут присутствовать сосудистые эпифиты и лианы.
0152	Вечнозеленый влажный лес приполярной зоны	Уровень 4	Деревья более высотой 10 метров. Сосудистые эпифиты отсутствуют.
016	Вечнозеленый листопадный широколиственный лес умеренной зоны	Уровень 3	Этот лес требует адекватного количества летних осадков. Он представляет собой смешанный вечнозелено-листопадный класс лесов. Доминируют, в основном, гемисклерофильные вечнозеленые древесные породы (более 50% полога) и кустарники, а содоминируют листопадные широколиственные деревья и кустарники (более 25% полога). Богато представлены многолетние травянистые растения. Очень мало или вовсе нет сосудистых эпифитов и лиан.
0161	Равнинный лес	Уровень 4	Состоит из быстрорастущих деревьев, многие из которых, превышают 50 метров в высоту и обычно формируют неравномерный полог. Подлесок негустой, присутствуют лишайники и зеленые водоросли, выходящие лианы отсутствуют.
0162	Предгорный лес	Уровень 4	Деревья формируют равномерный полог. В подлеске обычны травы. Многочисленны сосудистые эпифиты и лианы.
0163	Горный лес	Уровень 4	Деревья высотой менее 50 м, с разветвлением кроны у низа ствола и грубой корой. В подлеске более характерны вечнозеленые кустарники, чем древесные папоротники.
0164	“Субальпийский” лес	Уровень 4	Встречается выше горного леса, совместно с растительностью, которая зависит от высоты над уровнем моря.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
017	Вечнозеленый широколиственный или склерофильный лес с зимними осадками	Уровень 3	Очень часто под этим типом леса понимают средиземноморский, но он также присутствует в юго-западной Австралии, Чили и других местах. Климат имеет ярко выраженный период летней засухи. Древостой состоит в основном из склерофильных деревьев и кустарников, большинство которых имеют грубую кору. Травянистого покрова очень мало. Сосудистых растений нет, мало эпифитных бриофитов (мхов и печеночников) и лишайников, но присутствуют вечнозеленые древовидные лианы.
0171	Равнинный и предгорный лес более 50 м высотой	Уровень 4	Доминируют деревья высотой более 50 м (более 50% пологая), такие как гигантские эвкалипты, например, <i>Eucalyptus regnans</i> , в штате Виктория и <i>E. diversicolor</i> в Западной Австралии.
0172	Равнинный и предгорный лес более 50 м высотой	Уровень 4	Доминируют деревья высотой менее 50 м (более 50% пологая), например, калифорнийский лес из вечнозеленого дуба.
018	Тропический и субтропический вечнозеленый хвойный лес	Уровень 3	Состоят преимущественно из хвойных или чешуйчатоллистных вечнозеленых деревьев (более 50% пологая). Могут присутствовать широколиственные деревья. Сосудистые эпифиты и лианы встречаются редко.
0181	Равнинный и предгорный лес	Уровень 4	Например, сосновые леса Никарагуа и Гондураса.
0182	Горный и субальпийский	Уровень 4	Например, сосновые леса Филиппин и Южной Мексики.
019	Вечнозеленые хвойные леса умеренной и приполярной зоны	Уровень 3	Состоят преимущественно из хвойных или чешуйчатоллистных вечнозеленых деревьев (более 50% пологая), но могут присутствовать и широколиственные деревья. Сосудистые эпифиты и лианы встречаются редко.
0191	Гигантские леса	Уровень 4	В них доминируют деревья (более 50% пологая) высотой более 50 метров, например, леса из <i>Sequoia</i> и <i>Pseudotsuga</i> на западном (тихоокеанском) побережье Северной Америки.
0192	Округлые кроны	Уровень 4	Доминируют деревья высотой 45-50 метров (более 50% пологая) с широкими, неравномерно-округлыми кронами, например, <i>Pinus spp.</i>
0193	Конические кроны	Уровень 4	Доминируют деревья высотой 45-50 метров (более 50% пологая) с коническими кронами, например, <i>Picea</i> , <i>Abies</i> , леса из калифорнийской пихты великолепной.
0194	Цилиндрические кроны	Уровень 4	Доминируют деревья высотой 45-50 метров (более 50% пологая) с кронами состоящими из из очень коротких ветвей и цилиндрическими по форме.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
02	Леса с преобладанием листопадных пород	Уровень 2	Большинство деревьев (более 50% полога) сбрасывают листву одновременно во время неблагоприятного сезона (засухи или холода).
021	Тропические и субтропические засухо-листопадные леса	Уровень 3	Неблагоприятный сезон характеризуется, в основном, засухой, в большинстве случаев, зимней засухой. Каждый год листва регулярно сбрасывается. Большинство деревьев имеют относительно толстую, растрескавшуюся кору.
0211	Широколиственные равнинные и предгорные леса	Уровень 4	Ни в одном ярусе практически нет вечнозеленых растений, за исключением суккулентов. Присутствуют древовидные и травянистые лианы, листопадные бутылочные деревья. В подлеске присутствует разреженная травянистая растительность, например, широколиственный листопадный лес северо-запада Коста-Рики.
0212	Горные и туманные леса	Уровень 4	В подлеске присутствуют некоторые вечнозеленые виды. Присутствуют или встречаются в большом количестве устойчивые к засухе эпифиты, часто в виде свисающих нитей (напр., <i>Tillandsia usneoides</i> ). Эта формация не распространена широко, но бывает хорошо развита, напр., на севере Перу.
022	Холодные листопадные леса с вечнозелеными деревьями и кустарниками	Уровень 3	Для неблагоприятного сезона характерны зимние заморозки. Доминируют листопадные широколиственные деревья (более 50% полога), но вечнозеленые виды (более 25% полога) присутствуют как составная часть основного полога подлеска. Вьющиеся и сосудистые эпифиты редки или отсутствуют.
0221	Леса с вечнозелеными широколиственными деревьями и лианами	Уровень 4	Эпифиты и мхи обильны. У оснований древесных стволов могут присутствовать сосудистые эпифиты. В паводковой зоне обычны ползучие лианы. <i>Plex aquifolium</i> и <i>Hedera helix</i> в Западной Европе и <i>Magnolia spp.</i> в Северной Америке представляют собой примеры типов леса этого класса.
0222	Леса с вечнозелеными хвойными деревьями	Уровень 4	Например, кленово-туговый или дубово-сосновый лес северо-востока США.
023	Холодные листопадные леса без вечнозеленых деревьев	Уровень 3	Листопадные деревья абсолютно доминируют (более 75% полога). Могут присутствовать вечнозеленые травы и некоторые вечнозеленые кустарники (высотой менее 2 метров). Присутствие лиан незначительно, но они обычны в паводковой зоне; сосудистые эпифиты отсутствуют (за исключением тех случаев, когда они находятся в нижней части основания ствола дерева); всегда присутствуют мхи, печеночники и, особенно, лишайники.
0231	Умеренные равнинные и предгорные широколиственные леса	Уровень 4	Деревья высотой до 50 метров. Эпифиты, в основном, водоросли и накипные лишайники.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
0232	Горный или бореальный лес	Уровень 4	Деревья могут достигать высоты 50 м, но в горном или бореальном лесу они не выше 30 метров. Эпифиты представлены в основном лишайниками и бриофитами. В этот класс входят равнинные и подгорные леса, встречающиеся в топографических условиях с высокой атмосферной влажностью.
0233	Субальпийский или приполярный лес	Уровень 4	Деревья высотой не более 20 метров, имеют искривленные стволы. Эпифиты представлены лишайниками и бриофитами и более обильны, чем в классе горных лесов (0232). Лес этого класса обычно переходит в редколесье.
03	Экстремально ксероморфный (сухой) лес	Уровень 2	Густые массивы деревьев и кустарников, приспособленные к сухим условиям, такие как бутылочные деревья, кустарниковидные деревья с суккулентными листьями и суккулентным стволом. В подлеске встречаются кустарники, приспособленные к сухим условиям, многолетние суккулентные травы и однолетние и многолетние травянистые растения. Очень часто переходит в редколесье.
031	Экстремально ксероморфный лес с доминированием склерофитов	Уровень 3	Растительность, сходная с ксероморфным лесом, с преобладанием склерофильных деревьев, многие из которых могут иметь луковичеобразно расширенные основания стволов, значительно укорененные в почве.
032	Лес, состоящий из деревьев с колочками	Уровень 3	Преобладают виды с колочками (более 50% полога).
0321	Смешанный листопадно-вечнозеленый лес, представленный из деревьев с колочками	Уровень 4	Как листопадные, так и вечнозеленые виды сосатвяляют более 25% полога древостоя. См. определение преимущественно вечнозеленого леса, класс 01 и листопадного леса, класс 02.
0322	Чисто листопадный лес, представленный деревьями с колочками	Уровень 4	Полностью доминируют листопадные деревья с колочками (более 75% полога). См. определение листопадного леса, класс 02.
033	Лес, в основном представленный суккулентами	Уровень 3	Суккуленты, имеющие форму дерева (scaepse) или кустистые (scaespitose) встречаются очень часто (более 50% полога), но другие деревья и кустарники, адаптированные к сухим условиям также присутствуют.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
1	Редколесье	Уровень 1	Лес, представленный открытыми массивами деревьев высотой более 5 метров с несомкнутыми кронами. Более 40% поверхности почвы покрыто лесным пологом. Определения под которые подпадают редколесье, представленное преимущественно вечнозелеными породами, редколесье, представленное преимущественно листопадными породами и экстремально ксероморфное редколесье, близки к тем, которые характерны для лесов, но отдельные деревья распределены более редко.
11	Редколесье, представленное преимущественно породами вечнозелеными породами	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% составляют вечнозеленые кустарники, которые достигают лесного полога. Отдельные деревья могут сбрасывать листву.
111	Редколесье, представленное преимущественно широколиственными породами	Уровень 3	Преимущественно склерофильные деревья и кустарники, без эпифитов.
112	Редколесье, представленное преимущественно вечнозелеными хвойными породами	Уровень 3	Преимущественно хвойные или чешуйчатолитственные деревья (более 50% полога). Кроны многих деревьев или простираются до основания ствола, или очень разветвленные.
1121	Округлые кроны	Уровень 4	Например, <i>Pinus</i> .
1122	Преобладают конические кроны	Уровень 4	Обычен в субальпийских районах.
1123	Узкие цилиндрические кроны	Уровень 4	Например, <i>Picea</i> в бореальных районах.
12	Редколесье, представленное преимущественно листопадными породами	Уровень 2	Большинство деревьев (более 50% полога) во время неблагоприятного сезона (засуха или холод) одновременно сбрасывают листву.
121	Засухо-листопадные редколесья	Уровень 3	Неблагоприятный сезон в основном характеризуется засухой, в большинстве случаев зимней засухой. Листья сбрасываются регулярно каждый год. Большинство деревьев имеют относительно толстую, бороздчатую кору.
1211	Широколиственные равнинные и предгорные редколесья	Уровень 4	За исключением суккулентов, ни в одном ярусе нет вечнозеленых растений. Присутствуют травянистые и травянистые лианы и листопадные бутылочные деревья. В подлеске рассеяно встречается травянистая растительность.
1212	Горные и туманные редколесья	Уровень 4	В подлеске присутствуют некоторые вечнозеленые растения. Присутствуют или встречаются в большом количестве засухоустойчивые эпифиты, часто в форме "бороды" (напр., <i>Usnea</i> или <i>Tillandsia usneoides</i> ). Эта формация встречается не часто, но она хорошо развита, например, в северном Перу.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	Неблагоприятный сезон в основном характеризуется зимними заморозками. Доминируют широколиственные, листопадные деревья (более 50% полога), но, как часть основного полога или в качестве подлеска присутствуют вечнозеленые виды (более 25% полога). Выющиеся растения или сосудистые эпифиты редки или отсутствуют.
122	Холодные листопадные редколесья с вечнозелеными деревьями	Уровень 3	Богат эпифитами и мхами. Сосудистые эпифиты могут присутствовать в нижней части оснований стволов деревьев. Выющиеся лианы обычно могут встречаться в паводковой зоне. Типичными примерами этого класса являются леса из <i>Ilex aquifolium</i> и <i>Hedera helix</i> в восточной Европе и с видами <i>Magnolia spp.</i> в Северной Америке.
1221	С вечнозелеными широколиственными деревьями и лианами	Уровень 4	Например, кленово-туговые или дубово-сосновые леса северо-востока США.
1222	С вечнозелеными хвойными деревьями	Уровень 4	
123	Холодные листопадные, без вечнозеленых деревьев	Уровень 3	Полностью доминируют листопадные деревья (более 75% полога). Присутствуют вечнозеленые кустарники (менее 2 метров высотой). Выющиеся растения представлены в незначительном количестве, но обычно могут встречаться в паводковой зоне; сосудистые эпифиты отсутствуют (за исключением редких случаев их присутствия у оснований деревьев); мхи, печеночники и, особенно, лишайники присутствуют всегда. Холодные листопадные виды абсолютно доминируют (более 75% полога). Наиболее часты в субарктическом регионе, в остальных местах встречаются только на разных типах болот.
1231	Широколиственные листопадные	Уровень 4	Полностью доминируют широколиственные листопадные виды (более 75% полога).
1232	Хвойные листопадные	Уровень 4	Полностью доминируют хвойные листопадные виды (более 75% полога).
1233	Смешанные листопадные	Уровень 4	Как широколиственные виды, так и хвойные листопадные виды составляют более 25% полога.
13	Экстремально ксероморфное редколесье	Уровень 2	Массивы деревьев и кустарников имеющих адаптацию к засушливым условиям, такие как бутылочные деревья, кустарникоподобные деревья с суккулентными листьями и суккулентным стволом. В подлеске встречаются кустарники приспособленные к засушливым условиям, многолетние суккулентные травы и однолетние и многолетние травянистые растения. Очень часто переходит в редколесье.
131	Экстремально ксероморфное редколесье с доминированием склерофилов	Уровень 3	Растительность, сходная с ксероморфным редколесьем, с преобладанием склерофильных деревьев, многие из которых могут иметь луковичеобразно расширенные основания стволов, значительно укорененные в почве.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
132	Коллочекустарниковое редколесье	Уровень 3	Доминируют виды с коллочками (более 50% полога).
1321	Смешанные вечнозеленые листопадные редколесья	Уровень 4	Как листопадные, так и вечнозеленые виды составляют более 25% полога древостоя. См. определение преимущественно вечнозеленого леса, класс 01 и листопадного леса, класс 02.
1322	Чисто листопадные редколесья	Уровень 4	Листопадные виды с коллочками абсолютно доминируют (более 75% полога). Смотрите определение листопадного леса, класс 02.
133	Преимущественно суккулентное редколесье	Уровень 3	Суккуленты, имеющие форму дерева (scaepose) или кустистые (caespitose) встречаются очень часто (более 50% полога), но другие деревья и кустарники, адаптированные к сухим условиям тоже обычно присутствуют.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
2	Кустарниковые заросли или чащи	Уровень 1	Кустарники покрывают поверхность не менее чем на 40% и состоят из переплетенных, встречающихся куртинами или группами древесных растений высотой от 0,5 до 5 метров Кустарниковые заросли: большинство отдельных кустарников не сомкнутые, очень часто между кустарниками имеется травянистая растительность. Чаща: отдельные кустарники сомкнутые. Кустарниковые заросли (как и леса и редколесья) в дальнейшем подразделяются на вечнозеленые широколиственные, вечнозеленые хвойные, преимущественно листопадные, и др. Кустарниковые заросли: большинство отдельных кустарников не сомкнуты, очень часто между кустарниками растет травянистая растительность.
21	Преимущественно вечнозеленые кустарниковые заросли	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, которые достигают лесного полога, вечнозеленые. Отдельные деревья могут сбрасывать листву.
211	Вечнозеленые широколиственные заросли	Уровень 3	Вечнозеленые широколиственные виды доминируют (более 50% полога).
2111	Низкорослые бамбуковые заросли	Уровень 4	В некоторых случаях бамбук образует заросли.
2112	Вечнозеленые деревья и кустарники, растущие группами	Уровень 4	Смотрите класс 2 для определения кустарниковых зарослей и чащ. Составлен из небольших деревьев и древесных пальмы и заросли или чащи из гавайского древовидного папоротника.
2113	Широколиственные гемисклерофильные заросли	Уровень 4	Переплетенные, встречающихся куртинами кустарники и растения с большими мягкими листьями, напр., субальпийские заросли из <i>Rhododendron</i> или плотные заросли из <i>Hibiscus tiliaceus</i> на Гавайских островах.
2114	Широколиственные склерофильные заросли	Уровень 4	Например, чаппараль или маки.
2115	Полукустарничковые заросли	Уровень 4	Например, верещатник представленный родом <i>Cistus</i> .
212	Вечнозеленые хвойные и микрофильные заросли	Уровень 3	Доминантные виды (более 50% полога) имеют или хвою, или мелкие листья.
2121	Вечнозеленые хвойные заросли	Уровень 4	Состоят из стелющихся или имеющих стволы хвойных кустарников, например, <i>Pinus mitis</i> , "Krummholz".
2122	Вечнозеленые микрофильные заросли	Уровень 4	Вечнозеленые виды имеют мелкие листья, например, пустынные растения или листья с одной неразветвленной жилкой.
22	Преимущественно листопадные заросли	Уровень 2	Большинство кустарников (более 50% полога) сбрасывают листья одновременно при наступлении неблагоприятного сезона (холод или засуха).



Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
221	Засухолистопадные смешанные с вечнозелеными древесными растениями	Уровень 3	Засухолистопадные кустарники доминируют (более 50% полога) и смешаны с вечнозелеными древесными растениями, которых более 25%.
222	Засухолистопадные без вечнозеленых	Уровень 3	Засухолистопадные кустарники полностью доминируют (более 75% полога).
223	Холодные листопадные	Уровень 3	Для неблагоприятного сезона характерны зимние заморозки. Доминируют листопадные кустарники (более 50% полога).
2231	Умеренные листопадные	Уровень 4	Представлены плотными кустарниковыми зарослями без травянистого подлеска или с очень небольшим его количеством.
2232	Субальпийские или приполярные	Уровень 4	Представлены прямостоячими или имеющими ствол переплетенными кустарниками обладающими большой вегетативно-регенерационной способностью и обычно находящимися под снежным покровом не менее полугода.
23	Экстремально-ксероморфные (полупустынные) кустарниковые	Уровень 2	Очень открытые массивы кустарников с различными адаптациями к засушливым условиям, такими как чрезвычайно утолщенные, плотные листья, уменьшенное количество листьев, зеленые ветви без листьев; суккулентные стебли, некоторые из них с колочками.
231	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 3	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, которые достигают полога, - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.
2311	Вечнозеленые полупустынные	Уровень 4	Состоят из широколиственных, в основном склерофильных кустарников. Представлены, например, зарослями акаций в Австралии, безлиственными растениями с зеленым стеблем, например, <i>Retama retam</i> , или суккулентами.
2312	Полулистопадные	Уровень 4	Может состоять из либо факультативно листопадных кустарников либо из комбинации вечнозеленых и листопадных кустарников (напр., доминируют вечнозеленые кустарники, листопадные кустарники покрывают более 25%).
232	Листопадные полупустынные кустарниковые	Уровень 3	См. определение класса 02, преимущественно листопадный лес.
2321	Без суккулентов	Уровень 4	Суккуленты покрывают менее 25% почвы.
2322	С суккулентами	Уровень 4	Суккуленты покрывают более 25% почвы.

Код MUC	Гlossарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
3	Заросли из карликовых кустарников	Уровень 1	Кустарники редко превышают 50 см в высоту (иногда их называют верещатниками или верескоподобными формациями). Полог кустарников покрывает 40% поверхности. Классы, представленные карликовыми кустарниками, различаются по плотности покрытия. Густые заросли из карликовых кустарников: ветви перекрываются; заросли из карликовых кустарников: индивидуальные растения разрежены или растут в группах; заросли из карликовых кустарников с поверхностью, густо покрытой мхами и лишайниками; заросли из небольших групп карликовых кустарников или индивидуальных растений.
31	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 2	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, достигающих полога - вечнозеленые. В исключительно сухие годы может опадать часть листвы и ветвей.
311	Вечнозеленые заросли из карликовых кустарников	Уровень 3	Состоят из плотно сомкнутого покрова из карликовых кустарников, доминирующих в ландшафте.
3111	Густые заросли с ратениями, растущими группами	Уровень 4	Ветви кустарников прямостоячие и часто несут лишайники. На поверхности почвы часто можно встретить подушкообразные мхи, лишайники и другие травянистые растения, например, верещатник.
3112	Заросли из вьющихся и спутанных кустарников	Уровень 4	Ветви кустарников ползут по земле, например, как у верескового растения <i>Loiseleuria</i> .
312	Вечнозеленые из стелющихся кустарников	Уровень 3	Открытое или более редкое покрытие из карликовых кустарников. Полог кустарников не сомкнутый. Травянистая растительность покрывает менее 25% поверхности.
3121	Вечнозеленые подушечники	Уровень 4	Кустарники в изолированных группах, формирующих плотные подушки и часто колочие, например, виды <i>Astragalus</i> и <i>Acantholimon</i> - вересковые, "дикобразовидные" колочеподушечники гор восточного Средиземноморья.
313	Смешанная формация из вечнозеленых и травянистых растений и кустарников	Уровень 3	Полог кустарников не сомкнутый. Вечнозеленые кустарники перемешаны с травянистой растительностью, которая покрывает менее 25% поверхности.
3131	Настоящие вечнозеленые со смешанным травяным покровом	Уровень 4	Например, верещатники из <i>Nardus</i> и <i>Calluna</i> .
3132	Частично вечнозеленые со смешанным травяным покровом	Уровень 4	Многие растения сбрасывают часть своих побегов в течение сухого сезона, например, <i>Phylogaea</i> в Греции.
32	Преимущественно листопадные	Уровень 2	Большая часть кустарников (более 50% полога) сбрасывают листья одновременно в связи с неблагоприятным сезоном (холод или засуха).
321	Факультативно засухо-листопадные	Уровень 3	Карликовые кустарники, сбрасывающие листья только в экстремально сухие годы.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
322	Облигатные засухолистопадные	Уровень 3	Плотно сомкнутые карликовые кустарники, сбрасывающие все или по крайней мере часть листьев в сухой сезон.
3221	Засухолистопадные кустистые	Уровень 4	Ветви кустарников прямостоячие и часто несут лишайники. На поверхности почвы часто можно встретить подушкообразные мхи, лишайники и другие травянистые растения, например, вереск <i>Calluna</i> .
3222	Засухолистопадные	Уровень 4	Ветви кустарников стелются по земле, например, как у верескового растения <i>Loiseleuria</i>
3223	Засухолистопадные	Уровень 4	Кустарники в изолированных группировках, формирующих плотные подушки и часто колочие, например, виды <i>Asragalus</i> и <i>Acantholimon</i> - "дикообразовидные" вересковые гор восточного Средиземноморья.
3224	Засухолистопадные смешанные	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
323	Холоднолистопадные	Уровень 3	Плотно сомкнутые карликовые кустарники, сбрасывающие все или по крайней мере часть своих листьев в холодный сезон. Более богат мхами и папоротниками, чем засухо-листопадный класс карликовых кустарников (322).
3231	Засухолистопадные дернистые	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
3232	Засухолистопадные стелющиеся, или с растениями, растущими пучками	Уровень 4	Ветви кустарников распростерты по поверхности.
3233	Засухолистопадные подушечные	Уровень 4	Кустарники в изолированных группировках, формирующих плотные подушки и часто колочие.
3234	Засухолистопадные смешанные	Уровень 4	Листопадные и вечнозеленые карликовые кустарники, дернистые травянистые растения, суккулентные многолетние травы в смеси с другими жизненными формами.
33	Экстремально ксероморфные стелющиеся кустарниковые	Уровень 3	Очень открытые массивы карликовых кустарников, суккулентов, травянистых растений, адаптированных к перенесению или избежанию влияния продолжительного засушливого сезона. В основном полупустынные. См. класс 23.
331	Преимущественно вечнозеленые	Уровень 3	Полог никогда не бывает без зеленой листвы. По крайней мере 50% кустарников, достигающих полога, - вечнозеленые. В исключительных случаях может опадать часть листвы и ветвей.

Код МС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
3311	Вечнозеленые полупустынные	Уровень 4	Составлены из широколиственных, в основном склерофильных кустарников, безлиственными растениями с зеленым стеблем, или суккулентами.
3312	Полулистопадные	Уровень 4	Может состоять из либо факультативно листопадных кустарников, либо из комбинации вечнозеленых и листопадных кустарников (например, доминируют вечнозеленые кустарники, листопадные кустарники покрывают более 25%).
332	Листопадные полупустынные	Уровень 3	Большинство кустарников (более 50% полога) сбрасывают листья одновременно при наступлении неблагоприятного сезона (холод или засуха).
3321	Без суккулентов	Уровень 4	Суккуленты покрывают менее 25% почвы.
3322	С суккулентами	Уровень 4	Суккуленты покрывают более 25% почвы.
34	Тундра	Уровень 2	Медленно растущие, низкорослые, состоящие преимущественно из карликовых кустарников, злаков, мхов, печеночников и лишайников, находятся за приполярной границей леса. Распределение растений часто соответствует мозаичности почвы, вызванной промерзанием. За исключением boreального региона, формации карликовых кустарников за приполярной границей леса не должны называться тундрой, так как они, как правило, более богаты карликовыми кустарниками и злаками и вырастают выше благодаря большому количеству солнечной радиации в низких широтах.
	Тундра, преимущественно из бриофитов		Доминируют дернины или маленькие подушки мхов (более 50% растительного покрова). Группировки карликовых кустарников, как правило, рассеяны неравномерно и не очень плотные. Общий аспект более или менее темнозеленого, зеленовато-оливкового или коричневатого цвета.
3411	Тундра, представленная карликовыми кустарниками и мхами	Уровень 4	Карликовые кустарники представлены группами или кластерами.
3412	Тундра, представленная стелющимися ветвистыми карликовыми кустарниками и мхами	Уровень 4	Присутствуют стелющиеся или ветвистые карликовые кустарники.
342	Преимущественно лишайниковая тундра	Уровень 3	Доминируют подушки лишайников (более 50% растительного покрова), создавая более или менее ярковыраженный серый аспект. Присутствуют преимущественно вечнозеленые, стелющиеся или подушковидные карликовые кустарники.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4	Травянистая растительность	Уровень 1	Доминируют травянистые злаки и злакоподобные растения, такие как осоки ( <i>Carex</i> ), ситники ( <i>Juncus</i> ), лисохвосты ( <i>Turfa</i> ) и растения с широкими листьями, такие как клевер, подсолнечники ( <i>Helianthus</i> ), папоротники и ваточники ( <i>Asclepias</i> ). Общее покрытие поверхности травянистой растительностью 60%.
41	Растительность представленная высокими злаками (высокотравные злаковники)	Уровень 2	Растительное сообщество состоит из доминантных злаков достигающих 2 метра в высоту при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Могут присутствовать травы, но они составляют менее 50% травянистой растительности.
411	С деревьями, покрывающими 10-40%	Уровень 3	Кустарники могут присутствовать или отсутствовать. Выглядит, как очень открытое редколесье с более или менее сплошным покрытием (более 60%) высокими злаков.
4111	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4112	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород - широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4113	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Аналогичен упомянутому выше классу 4112, но подвержен сезонному подтоплению, например, в северо-восточной Боливии.
412	Высокотравные луга с деревьями, имеющими сомкнутость крон менее 10%	Уровень 3	Луга с отдельными деревьями имеющими покрытие менее 10%, с кустарниками или без них.
4120	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4121	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4122	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25% каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4123	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25% каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4124	Тропические и субтропические деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
413	Высокотравные луга с кустарниками	Уровень 3	Покрытие полога кустарников должно превышать 25%.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4131	Кустарники: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога кустарникового яруса.
4132	Кустарники: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Кустарники представлены по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4133	Кустарники: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Кустарники представлены по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Участок подвержен сезонному подтоплению.
4134	Тропические и субтропические кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	Так называемая термитная саванна.
414	Высокотравные луга с группами деревьев	Уровень 3	Полог групп деревьев (обычно, пальм) должен покрывать более 25% поверхности.
4141	Тропические луга с пальмами	Уровень 4	Например, пальмовые саванны из <i>Acosmia totai</i> и <i>Attalea princeps</i> севернее Санта-Крус-де-ла-Сьерра в Боливии.
415	Высокотравные луга без древесной синузии	Уровень 3	Луга без деревьев или кустарников.
4151	Тропические луга	Уровень 4	Очень часто имеет место сезонное подтопление, например, в Кампос-де-Варzea нижнего течения долины Амазонки, в нижнеширотных регионах Африки, папирусовых болотах верхнего течения Нила.
42	Злаковники средней высоты	Уровень 2	Доминантные злаки достигают высоты от 50 см до 2 метров при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Может присутствовать разнотравье, но оно составляет менее 50% травянистой растительности.
4210	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4211	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4212	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4213	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25% каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.

Код МС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
422	Высокогорные луга средней высоты с деревьями имеющими покрытие менее 10%	Уровень 3	Луга с отдельными деревьями имеющими покрытие менее 10%, с кустарниками или без них.
4220	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4221	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4222	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4223	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Так называемая термитная саванна.
4224	Тропические и субтропические деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	
423	Высокогорные луга средней высоты с кустарниками	Уровень 3	Кустарниковый полог должен покрывать поверхность по крайней мере на 25%.
4230	Кустарники: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4231	Кустарники: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные вечнозеленые виды составляют более 50% полога кустарникового яруса.
4232	Кустарники: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4233	Кустарники: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Так называемая термитная саванна.
4234	Тропические и субтропические деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	
4235	Сингузия древоподобных листопадных кустарников	Уровень 4	Например, тропическая кустарниковая саванна региона Сахель в Африке с <i>Acacia tortilis</i> , <i>A. senegal</i> и другими видами.
424	Открытая сингузия, состоящая из групп деревьев	Уровень 3	Полог групп деревьев (обычно, пальм) должен покрывать более 25% поверхности.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4241	Субтропическая открытая пальмовая роща	Уровень 4	Например, <i>Sorgiites</i> в Аргентине. Некоторые районы подвержены сезонному подтоплению, например, рощи из пальмы <i>Mauritia</i> на колумбийских и венесуэльских льяносах.
425	Высототравные луга средней высоты без древесной сингузии	Уровень 3	Луга со средней высотой травостоя без деревьев или кустарников.
4251	Преимущественно дерновинные злаки	Уровень 4	Многолетние, сильно разветвленные ползучие травы которые скрепляют песок или почву своей корневой системой. Например, трава Святого Августина ( <i>Stenotaphrum secundatum</i> ) в высототравной прерии восточного Канзаса, или песчаные почвы дюн - например, сообщества <i>Andropogon hallii</i> в Санд Хилз в Небраске. В некоторых местах эти луга мокрые или затопленные большую часть года, например, болота с <i>Turpha</i> . В последнем случае классифицируйте их как мокрые земли. См. класс 6.
4252	Преимущественно плотнодерновинные злаки	Уровень 4	Злаки, которые произрастают преимущественно пучками, формируя, неправильную бугристую поверхность. Например, луга с типчаком ( <i>Festuca ovinae-zelandiae</i> ) в Новой Зеландии.
43	Злаковое низкотравье	Уровень 1	Доминантные злаки достигают высоты менее 50 см при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Если травы присутствуют, они составляют менее 50% травянистой растительности.
431	С деревьями, покрывающими 10-40%	Уровень 3	Могут присутствовать или не присутствовать кустарники. Имеет вид очень открытого редколесья с более или менее сплошным покрытием (более 60%) низкорослых злаков.
4310	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4311	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4312	Деревья: широколиственные, полувечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4313	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
432	Низкотравные злаковники с деревьями имеющими покрытие менее 10%	Уровень 3	Луга с отдельными деревьями, имеющими сомкнутость менее 10%, с кустарниками или без них.
4320	Деревья: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.



Код МСC	Гlossарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
4321	Деревья: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4322	Деревья: широколиственные, полу-вечнозеленые	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4323	Деревья: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Древостой представлен, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов древесных пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Так называемая термитная саванна.
4324	Тропические и субтропические, деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	
433	Невысокие луга с кустарниками	Уровень 3	Покрывтие кустарников должно быть более 25%.
4330	Кустарники: хвойные, вечнозеленые	Уровень 4	Хвойные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога древостоя.
4331	Кустарники: широколиственные, вечнозеленые	Уровень 4	Широколиственные, вечнозеленые виды составляют более 50% полога кустарникового яруса.
4332	Кустарники: широколиственные, полу-вечнозеленые	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными.
4333	Кустарники: широколиственные, листопадные	Уровень 4	Кустарники представлены, по крайней мере на 25%, каждым из двух типов кустарниковых пород: широколиственными, полувечнозелеными и широколиственными, листопадными. Участок подвержен сезонному подтоплению. Так называемая термитная саванна.
4334	Тропические и субтропические деревья и кустарники, растущие группами на гнездах термитов	Уровень 4	
4335	Сингузия древоподобных листопадных колочекустарников	Уровень 4	Доминантные злаки не выше 50 см при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Полог древоподобных листопадных колочекустарников должен покрывать поверхность более, чем на 25%.
434	Низкотравные злаковники с деревьями, растущими группами	Уровень 3	Полог групп деревьев (обычно пальм) должен покрывать поверхность более чем на 25%.
4341	Открытая сингузия растений, растущих группами, субтропическая с рошами пальм	Уровень 4	Доминантные злаки не выше 50 см при полном развитии или цветении (более 50% травянистой растительности). Полог древоподобных листопадных колочекустарников должен покрывать поверхность более чем на 25%.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
435	Преимущественно дерновинные злаки с присутствием древесной синузии	Уровень 3	Злаки, растущие куртинами, с вкраплениями древесной растительности
4351	Тропические альпийские луга, с растениями, растущими группами	Уровень 4	В составе этих лугов часто встречаются <i>Espeltia</i> , <i>Lobelia</i> , <i>Sesuvio</i> , микрофильные карликовые кустарники и подушковидные растения, часто с шерстистыми листьями. Встречается выше границы леса, в нижних широтах. Этот тип растительности носит название парамо. Он и сходные с ним типы растительности встречаются в районах без снега, в альпийских регионах Кении, Колумбии, Венесуэлы, и т.д.
4352	Тропические альпийские луга, очень открытые, без растений растущих группами	Уровень 4	В этих луговых сообществах по ночам часто выпадает снег (он тает к 9 утра), например, супер-парамо (т.е. выше парамо) (X. Куатрескасас).
4353	Тропические и субтропические альпийские дерновинные луга с открытыми массивами вечнозеленых древесных растений	Уровень 4	Эти луга могут иметь в своем составе листопадные и карликовые кустарники; примером их служит тип растительности пуна, встречающийся южнее Оуруо, в Боливии.
4354	Низкотравные луга с карликовыми кустарниками	Уровень 4	На таких лугах могут расти подушковидные растения; примером их служит тип растительности луна, встречающийся южнее Оуруо, в Боливии.
436	Низкотравные луга без древесной синузии	Уровень 3	Низкотравные луга без деревьев и кустарников.
4361	Низкотравные злаковые сообщества	Уровень 4	В таких сообществах можно наблюдать колебания в структуре и флористическом составе которые происходят вследствие больших колебаний в выпадении осадков, свойственных семиаридному климату, например, на низкотравных лугах прерий на востоке штата Колорадо ( <i>Bootteloua gracilis</i> и <i>Victhloe dactyloides</i> ).
4362	Сообщества дерновинных злаков	Уровень 4	Например, сообщества голубого типчака ( <i>Poa sbeensoi</i> ) Новой Зеландии и сухая альпийская пуна с <i>Festuca orthorhynlla</i> северного Чили и южной Боливии.
437	Мезофитные сообщества от низкотравных до средневвысоких	Уровень 3	Лужайки.
4371	Сообщества дерновинных злаков	Уровень 4	В таких лугах богато представлены травы; эти луга встречаются в нижних широтах в Северной Америке и в Евразии, в местах с холодным, влажным климатом. Многие растения могут оставаться, по крайней мере частично, зелеными в зимний период, даже на высотах и под снегом.
4372	Альпийские и субальпийские лужайки	Уровень 4	Благодаря снеготаянию эти луга большую часть лета обычно влажные, например, на полуострове Олимпия (штат Вашингтон) и в Скалистых горах (штат Колорадо).
44	Разнотравная растительность	Уровень 2	В растительных сообществах доминируют широколиственные травянистые растения (все, за исключением злаков), такие как клевер, подсолнечники ( <i>Helianthus</i> ), папоротники, мыльнянки ( <i>Asclepias</i> ). Травянистые растения составляют более 50% покрытия травяного яруса. Могут присутствовать злаки, но их покрытие составляет менее 50%.

Код МСC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
441	Высокотравные сообщества	Уровень 3	Доминантные травянистые растения при полном развитии достигают высоты более 1 метра.
4411	Папоротниковые заросли	Уровень 4	Иногда встречаются почти чистые заросли папоротников, особенно во влажном климате, например, <i>Pteridium aquilinum</i> .
4412	Преимущественно однолетние травы	Уровень 4	Доминантная жизненная форма - однолетние травы (более 50% покрытия), которые произрастают в начале и отмирают в конце каждого вегетативного сезона.
442	Низкотравные сообщества	Уровень 3	Доминантные травянистые растения при полном развитии достигают высоты менее 1 метра
4421	Преимущественно многолетние травянистые сообщества и папоротники	Уровень 4	Какая-то часть растения не отмирает круглый год. Например, луга из <i>Selmisia</i> в Новой Зеландии и алеутские травянистые луга на Аляске.
4422	Преимущественно однолетние травянистые сообщества	Уровень 4	Доминируют однолетние травы, которые прорастают в начале и вымирают к концу каждого вегетативного сезона (более 50% покрытия). Среди них встречаются несколько типов однолетних травянистых растений.  <i>Эфемерные травянистые сообщества в тропических и субтропических регионах:</i> травы растут в условиях очень малого количества осадков, где с осени до весны облака являются основным источником влаги для растительности и почвы, например, в прибрежных горах Перу и северного Чили. Аспект во время сухого сезона - пустынный. <i>Эфемерные или эпизодические травянистые сообщества аридных регионов:</i> так называемая "пустыня в цвету". Они состоят в основном из быстрорастущих трав, иногда сконцентрированных в понижениях, где в аридных регионах может застаиваться вода (например, в формациях кустарниковых или карликовых кустарников в пустыне Сонора).

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
5	Пустые земли	Уровень 1	Земли с растительным покровом менее 40%. Способность пустых земель поддерживать жизнь ограничена, они обычно имеют тонкий слой почвы, песка или породы.
51	Сухие солончаки	Уровень 2	Встречаются на плоских затопляемых низинах, во внутренних речных бассейнах в пустыне. В результате интенсивного испарения воды, в них накапливаются большие концентрации солей.
52	Участки песка	Уровень 2	Накопление песка и гравия, например, пляжи и дюны.
53	Обнажения породы	Уровень 2	Обнажения материнской породы, покров в пустыне, осыпи, склоновые конусы, вулканический материал, щебнистые осыпи и другие скопления породы без растительного покрова.
54	Многолетние снежные поля	Уровень 2	Скопления снега и льда, который не полностью растаял в течение предшествующего лета; встречаются в местах, где средняя дневная температура составляет 32° F (0° C) во время самых теплых летних месяцев.
55	Ледники	Уровень 2	Снег, спрессованный до фирна и, в конечном итоге, под воздействием последовательного наложения в течение года, до льда. Перемороженная талая вода вносит свой вклад в увеличение толщины массы льда ледников.
56	Другие участки без покрова	Уровень 2	Земля, гравий, россыпь породы, и т.д.
6	Мокрые земли	Уровень 1	Марши, болота, топкие болота, или другие виды мокрых земель, которые периодически или постоянно пропитаны водой в течение всего вегетационного сезона. Это периодическое или постоянное подмокание способствует развитию почв с определенными химическими характеристиками и растительности, адаптированной к влажным условиям. Для отнесения участка по классификации к мокрым землям, он должен быть покрыт растительностью более чем на 40%.
61	Приречные	Уровень 2	Мокрые земли по берегам пресноводных рек (пойменные леса).
62	Болотные	Уровень 2	Мокрые земли с доминированием деревьев, кустарников, присутствующих на поверхности (растений), мхов, лишайников и т.д. Такие заболоченные земли встречаются вокруг водоемов размером 1 гектар, в них нет сильного водотока или приливов воды, глубина их менее 2 м и уровень засоления низкий. Поверхность воды в них должна быть включена в площадь мокрых земель.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
63	Эстуарии	Уровень 2	<p>Мокрые земли, встречающиеся близко к устью приливного русла, или в прилегающей по соседству внутриприливной зоне.</p> <p>Эстуарии - это зоны в устьях рек, где приливные воды перекрываются с речными. Глубоководные местообитания приливной зоны и прилежащих приливных мокрых земель обычно частично ограничены сушей, но имеют открытый, частично прерывающийся или периодический доступ к океанской воде (по крайней мере изредка разбавляются пресными водами поверхностного стока).</p> <p>Мокрые земли, окружающие открытые поверхности воды (например, пруды и озера), размер которых более 1 гектара и глубина более 2 метров.</p> <p>Озера, пруды, реки и океаны. Поверхность почвы, как минимум размером в один гектар и постоянно находится под водой на глубине более чем 2 метра, или же постоянно погружена под водотоком или же находится в приливной зоне. Вода должна покрывать более 60% поверхности. Если деревья и наземные растения покрывают более 40% поверхности, см. категорию относящуюся к классу мокрых земель (класс 6).</p>
64	Озерно-болотные угодья	Уровень 2	
7	Открытые водоемы	Уровень 1	
71	Пресноводные	Уровень 2	
72	Морские	Уровень 2	
8	Окультуренные земли	Уровень 1	<p>Открытый океан поверх континентального шельфа или подверженное приливу русло.</p> <p>Поверхность более чем на 60% покрыта искусственно культивируемыми видами (например, сельскохозяйственными посевами, культивируемыми невысокими злаками, лужайками) и ее обычно легко идентифицировать на снимке по геометрически правильным очертаниям лугов и полей.</p>
81	Сельскохозяйственные	Уровень 2	<p>Земля используется для выращивания посевов, садов, культур, кормовых посевов и в других целях сельскохозяйственного пользования.</p>
811	Пастбища и кормовые угодья	Уровень 3	<p>Например, посеvy кукурузы, ржи, пастбища для коров, залежи, окультуренные болота с клековой, рисовые поля.</p>
812	Сады и культивируемые земли	Уровень 3	<p>Например, яблоневые сады, виноградники, питомники деревьев.</p>

Код МС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
813	Огороженные кормовые угодья	Уровень 3	Этот тип угодий можно встретить на больших фермах, они используются для выпаса (с разгороженными полями) коров мясных и молочных пород, свиней, птиц.
814	Другие сельскохозяйственные угодья	Уровень 3	Например, корралы и угодья для разведения и тренировки лошадей.
82	Земли несельскохозяйственного пользования	Уровень 2	Земли используемые под парки, игровые площадки, кладбища и площадки для игры в гольф.
821	Парки и площадки для игр	Уровень 3	Например, бейсбольные и футбольные поля, игровые площадки и парки.
822	Площадки для игры в гольф	Уровень 3	
823	Кладбища	Уровень 3	
824	Другие земли несельскохозяйственного пользования	Уровень 3	Любые другие окультуренные несельскохозяйственные площади, которые не попадают под класс 821, 822 или 823 (парки, игровые площадки, кладбища и площадки для игры в гольф).
9	Городские земли	Уровень 1	Земли разработанные для жилищных, коммерческих, промышленных или транспортных нужд. Городские постройки должны занимать более 40% площади.
91	Жилищные массивы	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют жилищные постройки (например, многоэтажные и односемейные жилые дома, и т.д.).
92	Коммерческая и промышленная застройка	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют коммерческие и промышленные сооружения (например, предприятия, заводы, склады, и т.д.).
93	Транспортные земли	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют транспортные сооружения (например, дороги, скоростные дороги, железные дороги, взлетно-посадочные полосы аэропортов, и т.д.).
94	Другие земли	Уровень 2	Как минимум 50% городских земель составляют окультуренные земли, которые не могут быть включены в категории жилищных, коммерческих, промышленных или транспортных.
Прочее	Бореальная зона		Называется также холодной умеренной зоной, климат с прохладным влажным летом и холодной зимой, продолжительней более 6 месяцев.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Бриофиты		Нецветковые растения (мхи и печеночники) с характерными для них ризоидами вместо корней.
	Дерновинные растения		Растения, составленные или сгруппированные в густую куртину или скопление побегов, низкий стебель формирует плотный торф или дерновину, произрастают кластерами. Верхний ярус растительности, различными приборами спутников.
	Полог		
	Процент покрытия (%), в противоположность термину видовой состав		<p>Первый ярус классификации определяется по общему пологу или покрытию поверхности классифицируемой площади. Вторым ярусом классификации определяется по процентному соотношению видов на уровне доминантов одного типа покрова. Уровни 3 и 4 относятся в большей мере к специфическим комбинациям различных видов и растительных сообществ.</p> <p>Возьмем в качестве примера растительность определенной местности, представленную на 80% травянистой растительностью (в ней 45% представляют травы и 55% злаки, которые выше 2 м высотой), и 20% широколиственными вечнозелеными деревьями.</p> <p>Классификационные коды в этом случае следующие:</p> <p>Уровень 1, код MUC: 4 . Травянистая растительность. Очевидно, что она является доминантным типом покрова, так как покрывает более 60% поверхности.</p> <p>Уровень 2, код MUC: 41. Доминантные виды - злаки, которые выше 2 м в высоту (они составляют более 50% доминантного покрова травянистой растительности).</p> <p>Уровень 3, код MUC: 411. Деревья покрывают 20% местности.</p> <p>Уровень 4, код MUC: 4111. Деревья представлены широколиственными вечнозелеными видами.</p>
	Искусственно созданная растительность		Окультуренная растительность дворов, игровых площадок, кладбищ, площадок для игры в гольф и другие места с культивируемой растительностью (класс 8), если искусственно культивируемые виды покрывают более 60%. Если здания, дороги и искусственные сооружения (мосты, и т.д.) покрывают более 40% поверхности, то такая местность классифицируется как городская. Если это облесенная местность с жилыми постройками, и деревья на ней покрывают более 40% поверхности, то такая местность будет рассматриваться как лес или редколесье (см. класс 0 и 1). Если трудно решить, к какому классу покрова отнести данную местность, постарайтесь представить себе, как она будет окрестностей вашей школы, которое вы получите.
	Холодolistопадные растения		Растительность, сбрасывающая листья во время холодного сезона.

Код МUC	Гlossарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Листопадные растения		Растительность, сбрасывающая листья в конце вегетативного сезона или при неблагоприятных условиях.
	Капельное острие		Вытянутые, суженные кончики листьев тропических деревьев, которые способствуют тому, что вода скатывается с поверхности листа.
	Засухолистопадные растения		Растительность, сбрасывающая листья во время сухого сезона.
	Факультативные организмы		Организмы, способные жить и выживать в более чем одном типе внешних условий.
	Фирн		Снег, спрессованный до зернистого льда, ледниковый субстрат.
	Разнотравные растения		Широколистные травянистые растения, такое как клевер, подсолнечники, папоротники и молочай.
	Злаковые растения		Злаки и злакоподобные растения.
	Травянистый		Сосудистые растения, укорененные в почве, с ежегодно отмирающими листьями.
	Равнинный лес		Может понадобиться консультация местных специалистов для определения конкретного уровня 4 классификации лесного покрова. Растительность будет различаться в зависимости как от широты, так и от долготы.
	Предгорный лес		
	Горный лес		
	Субальпийский лес		
	Мезофитное растение		Растущий в умеренно влажных условиях, или адаптированный к ним.
	Мезофильное растение		С небольшими листьями (например, пустынные растения), листьями с одной неразветвленной жилкой.
	Облигатный организм		Организм, живущий только в определенных жизненных условиях (наличие этих условий для него жизненно важно).
	Верхний ярус		Самый верхний слой растительного покрова, различимый приборами спутников.



Код МС	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Полярный климат		Малое количество осадков, распределенных в течение всего года. Лето короткое, ночная темнота отсутствует, очень длинная, холодная и темная зима.
	Склерофильные растения		Растительность с утолщенной отвердевшей листвой, препятствующей потере воды (склерофилия).
	Субполярная зона		Переходный между холодной умеренной зоной и полярной зоной.
	Субтропическая зона		Расположена от границы тропиков в направлении полюсов, в районах, где воздушные массы опускаются, нагреваясь по мере опускания и теряя влагу. Количество осадков очень низкое, дневные температуры очень высоки ввиду интенсивной солнечной радиации. В зимние месяцы, однако, температура может опускаться по ночам до нуля в результате большей общей потери тепловой энергии за счет испускаемого излучения. Это - зона горячих пустынь.
	Синузия		Слой или ярус сообщества. Структурная единица основного экологического сообщества, характеризующаяся однородным характером жизненных форм или высотой растений, и обычно представляющая собой определенный ярус сообщества.
	Умеренная зона		В умеренной зоне сезонные колебания температуры хорошо выражены и могут быть описаны следующим образом. Теплая умеренная зона где зима не выражена или слабо выражена и выпадает чрезвычайно большое количество влаги, особенно летом. Типичная умеренная зона (например, в центральной Европе или на северо-восточном побережье США), короткими зимами или безморозными зимами и очень прохладным летом (у океана). Аридная умеренная зона с большим контрастом температур между летом и зимой и малым количеством осадков. Бореальная или холодная умеренная зона характеризуется прохладным, влажным летом и холодной зимой, продолжающейся более 6 месяцев.
	Тропическая зона		Занимает пространство в 40 градусов широты, находясь к северу и югу от экватора. Наблюдается заметная вариация средней дневной температуры. Максимальное количество осадков выпадает летом, а сухой сезон наступает в холодные месяцы. Продолжительность прохладного сезона увеличивается по мере удаления от экватора, в то время как уменьшается количество годовых осадков.
	Подлесок		Ярус растительности, находящийся под древесным пологом и состоящий из более мелких деревьев и кустарников.

Код MUC	Глоссарий терминов, используемых в модифицированной системе классификации	Уровень класса	
	Влаголюбивые растения		Растительность местообитаний, способная выдерживать или выживать в условиях большого количества осадков.
	Ксероморфный		Климатические условия, благоприятные для развития растительности, которая выживает или переносит местообитания с небольшим количеством доступной влаги и приспособлена к ним.
	Ксерофит		Растение, которое приспособлено к сухим условиям или выживает в них.

**Справочная литература:**

- J. R. Anderson, E. E. Hardy, J. T. Roach, and R. E. Witmer. [Дж. Р. Андерсон, И. И. Харди, Дж. Т. Роач и Р. И. Уилмер] *A land use and land cover classification system for use with remote sensor data* [Землепользование и система классификации наземного покрова для использования с данными дистанционных наблюдений]. U.S. Geol. Surv. Prof. Pap., 1976.
- L. M. Cowardin, V. Carter, F. G. Golet, and E. T. LaRoe. [Л. М. Коуардин, В. Картер, Ф. К. Голет и И. Т. ЛаРоу]. *Classification of Wetlands and Deepwater Habitats of the United States* [Классификация мокрых земель и водных угодий Соединенных Штатов]. U.S. Fish and Wildl. Serv. FWS/OBS-79/31, 1979.
- International Classification and Mapping of Vegetation* [Международная классификация и картирование растительности] United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization. Switzerland: Unesco, 1976.
- J. E. Dobson et al. [Дж. Э. Добсон и др.]. *NOAA Coastal Change Analysis Program (C-CAP): Guidance for Regional Implementation*. [C-CAP: программа по анализу изменений берегов НАОА - региональное руководство]. NOAA Technical Report NMFS 123, 1995.

# Глоссарий



## Атмосфера

Газовый компонент системы Земли.  
Масса воздуха, окружающего Землю.

## Биогеохимический

Относящийся к химическим взаимодействиям между живыми ("био") и неживыми ("гео") компонентами системы Земли (например, в биогеохимических круговоротах углерода, азота и др.).



## Биологические измерения

Процесс проведения измерений биологических характеристик (растительности).

## Биом

Наиболее общий тип экологического сообщества (например, луга или пустыни).



## Биомасса

Сухой вес растительности на определенной площади поверхности, часто дается в граммах (сухого веса) на квадратный метр.

## Биометрия

Статистическое исследование биологических данных.



## Биосфера

Живой компонент системы Земли, наряду с газообразным (атмосфера), жидким (гидросфера) и твердым (геосфера) неживыми компонентами.

## Вид

Группа фундаментально сходных растений или животных.



## Геосфера

Твердый компонент системы Земли, (например, камни, почва, и т.д.).

## Гидросфера

Жидкий компонент системы Земли (например, океаны, озера, реки и т.д.).

## Градиент

Скорость изменений измеряемого количества с течением времени.



## Данные для подтверждения (эталонные)

Данные, необходимые для оценки правильности карты наземного покрова, составленной вручную или при помощи компьютера.

## Денситометр

Устройство для определения процента сомкнутости крон в лесных местообитаниях.

## Дихотомический

Разветвляющаяся схема принятия решений (ключ), каждый шаг которой представляет собой выбор между двумя вариантами примерно эквивалентного уровня, но противоположными по смыслу; в итоге приводит к единственному верному результату.

## Зимующие органы

Части растений, выживающие в течение более чем одного сезона (клубни, корневища).

## Классификация

Сортировка набора объектов в четко определенные подгруппы согласно специфическим критериям.

## Клинометр

Инструмент для измерения угла превышения с целью определения высоты.

## Критерии

Правила принятия решений, используемые для определения того, в какую группу поместить объект при классификации.

## Матрица различий и ошибок

Графический метод сравнения двух наборов данных для их подтверждения.

## Многовременной

Рассматриваемый из более чем одной точки на шкале времени.

## НАОА (NOAA)

Национальная администрация по океану и атмосфере.

### **Первичная продуктивность**

Скорость образования органического материала в данной местности в процессе фотосинтеза. Часто выражается в граммах (сухого веса) углерода на м<sup>2</sup> в год.

### **Пертурбации**

Нарушения нормального функционирования системы.

### **Род (множ. ч: роды)**

Категория, включающая в себя виды живых организмов, имеющие больше общих характеристик между собой, чем с видами других родов. Таким образом, роды представляют собой наборы близкородственных видов.

### **Сомкнутость крон**

Количество листвы деревьев над единицей площади поверхности. От степени сомкнутости крон зависит, какое количество солнечной радиации доходит до поверхности почвы.

### **Старение**

Фаза роста растений от полной зрелости до гибели, характеризующаяся сокращением сухого веса.

### **ТК**

Прибор тематического картирования (Thematic Mapper). Находится на борту спутников Landsat 4 и Landsat 5 и предназначен для изучения поверхности Земли в 7 полосах пропускания от видимого до теплового инфракрасного излучения, с разрешением пикселей 30 м для 6 полос, и 120 м для тепловой инфракрасной полосы.

### **Травянистый покров**

Количество приземной травянистой растительности, покрывающей почву на данной площади. В рамках программы GLOBE сюда включается весь покров, не достигающий по высоте колен наблюдателя. Выражается в процентах, например: 30% травянистого покрова означает, что при рассмотрении поверхности сверху 30% ее занято приземной растительностью.

### **Фенология**

Исследование изменений в природной среде с течением времени.

### **Физиологический**

Характерный (или необходимый) для нормального функционирования организма.

### **Фотоинтерпретация**

Создание карты наземного покрова или определение его специфических черт путем визуального изучения аэрофотоснимка или спутникового изображения.

### **Фотосинтетический потенциал**

Максимальное количество биомассы, которое может образоваться на данной площади.

### **Эвапотранспирация**

Возврат воды в атмосферу путем испарения (за счет солнечной энергии) и транспирации (за счет жизнедеятельности растений).

### **AVHRR**

Усовершенствованный радиометр сверхвысокого разрешения (Advanced Very High Resolution Radiometer). Прибор, находящийся на спутниках НАОА, имеющих полярную орбиту; позволяет производить наблюдения поверхности Земли диапазоне от видимого до теплового инфракрасного спектра, с размером пиксела 1,1 км.

